جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم

تشغيل وصيانة المحركات الكهربائية

Operation and Maintenance of Electrical Motors

(الكتاب النظري)

للصف الثالث

بالمدارس الثانوية الفنية الصناعية لمياه الشرب والصرف الصحي

تخصص معالجة وضبط جودة محطات مياه الشرب والصرف الصحى

Code PLN.303

الاسم:.....
الفصل:.....

طبعة ٢٠١٥/٢٠١٦م

تشغيل وصيانة المحركات الكهربائية

Operation and Maintenance of Electrical Motors

(الكتاب النظري)

للصف الثالث

بالمدارس الثانوية الفنية الصناعية لمياه الشرب والصرف الصحي

تخصص معالجة وضبط جودة محطات مياه الشرب والصرف الصحى

Code PLN.303

إعداد: م/ خالد سيد أحمد

مراجعة: أ.د.م/ أحمد معوض

إشراف: عميد/ خالد المهدي

المحتويات

مقدمـــة.....٣

أهداف الكتـاب.....٤

الباب الأول: المحركات الكهربية الإستنتاجية.....٥

١- المحرك الاستنتاجي ذي الثلاثة أوجه.....٧

١-١ أنواع المحركات.....٧

١-١-١ أنواع المحركات الاستنتاجية.....٧

١-١-٢ المحرك ذو القلب الملفوف.....٥٣

الباب الثاني: إصلاح دوائر الكنترول وتحديد أسباب الأعطال.....٧٧

١- إصلاح دوائر الكونترول وتحديد أسباب الأعطال.....٧٩

١-١ بؤر الأعطال.....٨٠

١-٢ الفيوزات.....٨٠

١-٣ نقاط التوصيل الغير محكمة.....٨١

١-٤ متممات التحكم.....٨١

١-٥ نقاط توصيل.....٨٢

١-٦ ترقيم وتعليم غير صحيح للأسلاك.....٨٣

١-٧ المشاكل المركبة.....٨٣

١-٨ الجهد المنخفض.....٨٤

١-٩ الأعطال اللحظية.....٨٦

١-١٠ الصيانة الرديئة.....٨٧

٢-الإجراءات العامة للبحث عن أسباب الأعطال (تحديد أسباب الأعطال).....٨٨

ملاحق.....٩٦

مقدمـــة

Introduction

يعتبر هذا الكتاب مرجعا يسيراً ومبسطا في تشغيل وصيانة المحركات الاستنتاجية المستخدمة في محطات المياه والصرف الصحي وقد تما عرض الموضوعات في صياغة سهلة وبسيطة واقرب ما يكون الى الممارسة العملية كل هذا من خلال دراسة الباب الأول بفصوله المتعددة, اما في الباب الثاني فقد تم دراسة إصلاح دوائر الكونترول وتحديد أسباب الأعطال وهذه الدراسة كفيلة باكتساب الطالب مهارة البحث عن الأعطال وصيانة دوائر التحكم من خلال الممارسة العملية والتطبيق العمل لما تمت دراسته في هذا الباب.

وفى النهاية نرجو من الله العلى القدير ان يوفق ابناءنا الطلاب الى ما فيه الخير والتقدم والنجاح ان شاء الله. والله من وراء القصد وهو يهدى السبيل

أهـداف الكتـاب

Objectives of the Book

بعد دراسة هذا الكتاب يكون الطالب قد حصل على مجموع من المعارف (Knowledge) والمهارات (Skills) التى تشكل فى مجموعها مجموعة من الجدارات (Competences) تؤهل الطالب ليكون قادراً على:

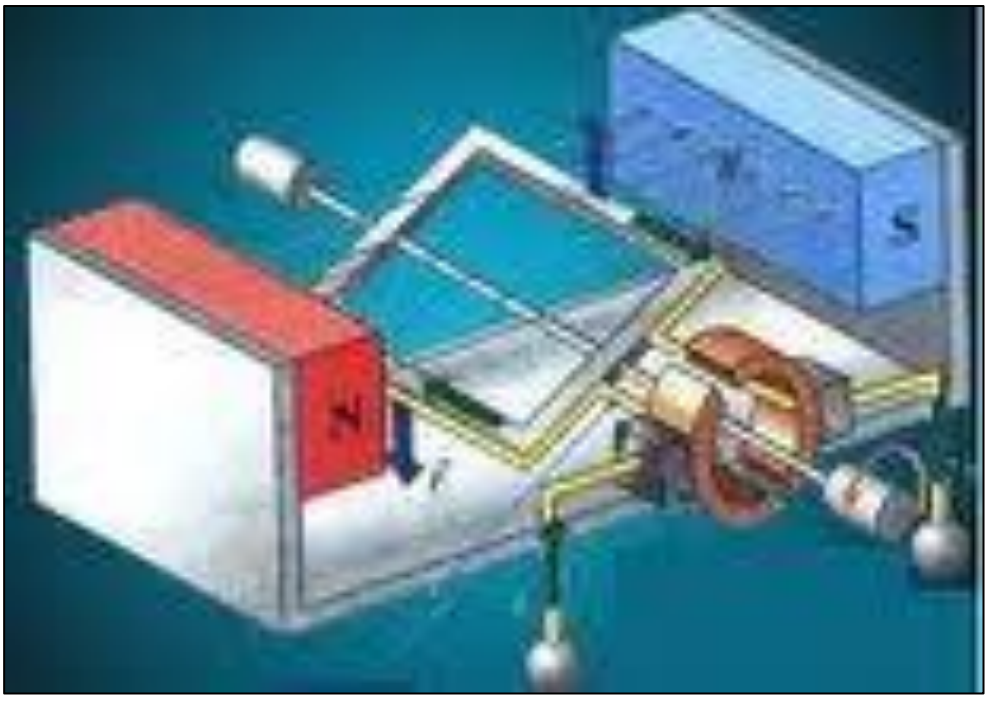
- التعرف على انواع وتركيب محركات الوجه الواحد وفكرة عملها.
- التعرف على المحركات الاستنتاجية ذات قفص السنجاب من حيث التركيب وفكرة العمل واجراءات الصيانة الميكانيكية والكهربائية لتلك المحركات.
- التعرف على كراسى المحاور المستخدمة فى المحركات من حيث انواعها واستخداماتها.
- التعرف على قوانين القدرة والعزم للمحركات وكذلك دراسة محركات العضو الملفوف.
- التعرف على كيفية اصلاح دوائر التحكم وكيفية اصلاح الأعطال.

الباب الأول

Chapter One

المحركات الكهربائية الاستنتاجية

Electrical Induction Motors



أهداف الباب الأول
Chapter One Objectives

بعد دراسة هذا الباب يكون الطالب قادرا على:

- التعرف على الأنواع المختلفة للمحركات الاستنتاجية.
- التعرف على كيفية قراءة لوحات البيانات الخاصة بالمحركات وتحليل بياناتها.
- التعرف على طرق الصيانة والفحص الفني للمحركات الاستنتاجية بأنواعها.
- التعرف على الأنواع المختلفة لرولمان البلى وكيفية تحليل أرقامه.
- التعرف على الطرق المختلفة لفك وتركيب البلى للمحركات الاستنتاجية.
- التعرف على كيفية التشحيم وأنواع الشحم وكيفية تحديد الكميات المناسبة لأجراء عملية التشحيم.
- التعرف على الأكواد العالمية في الحماية الداخلية وأنواع العوازل المستخدمة في عزل المحركات الكهربية.

١- المحرك الاستنتاجي ذي الثلاثة أوجه
Three Phase Induction Motor

تعتبر المحركات الحثية هي الاكثر انتشارا في عالم الصناعة لما تتمتع به من مميزات مثل بساطة التركيب وانخفاض ثمنه مقارنة بالمحركات الأخرى وقلة صيانته وإمكانية تصميمه بقدرات مختلفة تتراوح من الحصان إلى أكثر من ١٠٠٠٠ حصان.

- ولا يحتاج إلى أي وسائل أثارة وكفائتة عالية جدا
- ولكل هذه الأسباب أعتمد عليه بشكل كبير في الصناعة.
- وبالرغم من ذلك يوجد له بعض العيوب ومن أهمها ارتفاع تيار البدء له بشكل كبير يصل من ستة إلى سبعة أضعاف التيار الأصلي له.
- كما أنه يعيبه صعوبة التحكم في سرعة بعض أنواعه مثل محركات القفص السنجابي.
- ولو أن تم التغلب على هذا العيب بواسطة مغيرات السرعة الالكترونية والتي يعيبها ارتفاع ثمنها.

ويستخدم المحرك ذي الثلاثة الأوجه في تطبيقات عديدة منها إدارة الطلمبات والضواغط والمبردات وكذلك إدارة ماكينات الورش والأوناش وغيرها

١-١ أنواع المحركات

١-١-١ أولا أنواع المحركات الاستنتاجية

١. المحرك ذو القفص السنجابي Squirrel Cage Motor
٢. المحرك ذو القلب الملفوف ويسمى Wound Rotor Motor أيضا تسمى بالمحرك ذو حلقات الانزلاق Slip Ring Motor

محركات استنتاجية

أولا: المحرك الاستنتاجى ذو قفص الستجاب

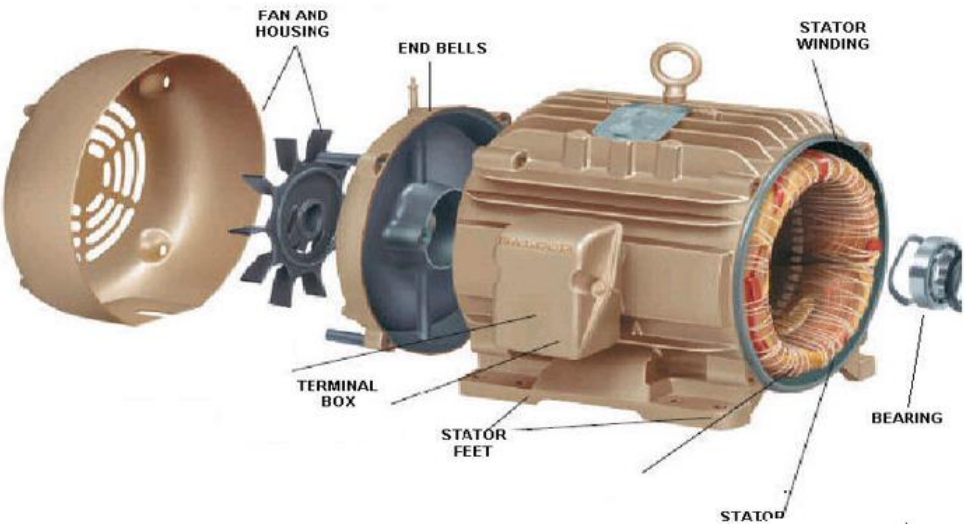
تركيب المحرك ذو القفص السنجابي

Squirrel Cage Motor Instalation

يتركب المحرك ذو القفص السنجابي من:

- العضو الثابت
- العضو الدائر
- الغطاءان الجانبيان
- مروحة التبريد

أولا: العضو الثابت



العضو الثابت للمحرك الاستنتاجي

ويتكون من ثلاثة أجزاء أساسية وهي

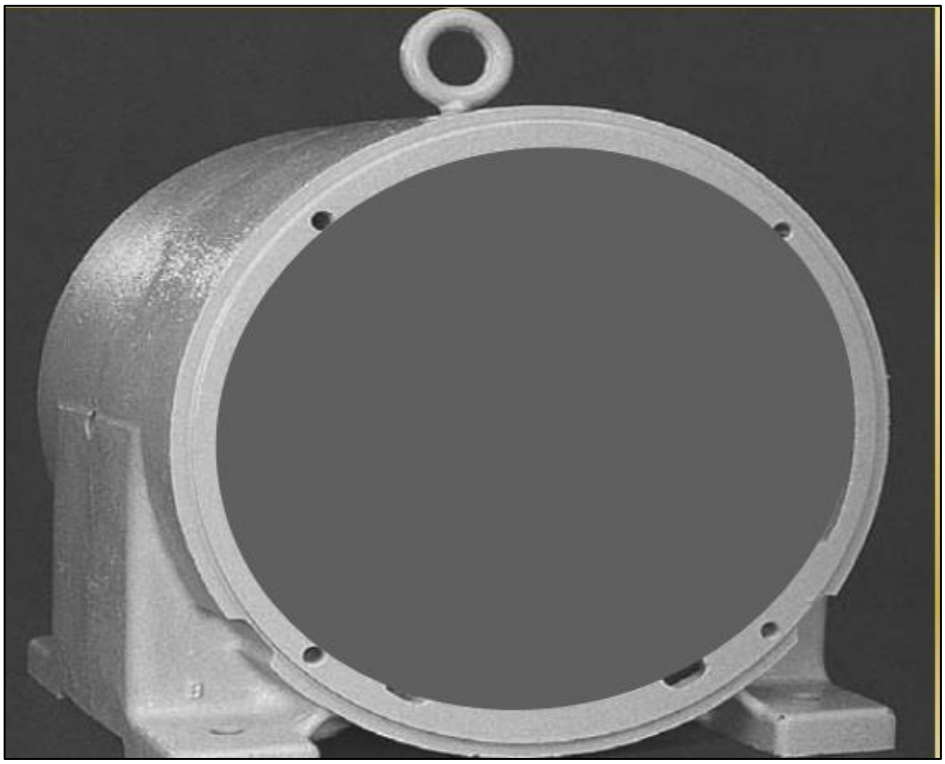
الهيكل الخارجي: (الإطار)

Enclosure (YoKe)

يصنع من الصلب (حديد الزهر) أو الألمنيوم ذو زعانف على سطحه الخارجي تعمل على تبريد الملفات خلال الهواء المندفع من مروحة التبريد.

ويستخدم الإطار لحمل الرقائق المكونة لقلب العضو الثابت ولتثبيت الغطاءان الجانبيان وصندوق لوحة التوصيل.

حاول التعرف بنفسك على الخامات المصنع منها كل جزء من المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه ذو قفص السنجاب.



الهيكل الخارجي للمحرك

قلب العضو الثابت

Stator Core

• ويصنع من رقائق الصلب السليكونى المعزولة عن بعضها بالورنيش والمضغوطة، يشق على محيطها الداخلي مجاري طولية يوضع بها ملفات العضو الثابت.

قلب العضو الثابت

ملفات العضو الثابت

Stator Windings

وتصنع من أسلاك نحاسية معزولة بالورنيش أو بارات معزولة بشرائط من القطن تلف على فرم خاصة بمقاس وبعدد لفات يتناسب مع قدرة المحرك ويتم وضعها بالمجاري المعزولة في ثلاث مجموعات تسمى كل مجموعة وجه بحيث يكون بين كل وجه والأخر زاوية مقدارها ١٢٠ درجة وتنتهي في النهاية بستة أطراف ثلاث بدايات وثلاث نهايات من الممكن أن يتم توصيلهم بطريقة معينة داخل المحرك ليعمل المحرك في النهاية أما نجمة فقط أو دلتا فقط أو أن يخرج الستة أطراف إلى علبة تجميع النهايات ليتم تحديد طريقة التوصيل داخل العلبة حسب احتياج ظروف التشغيل.

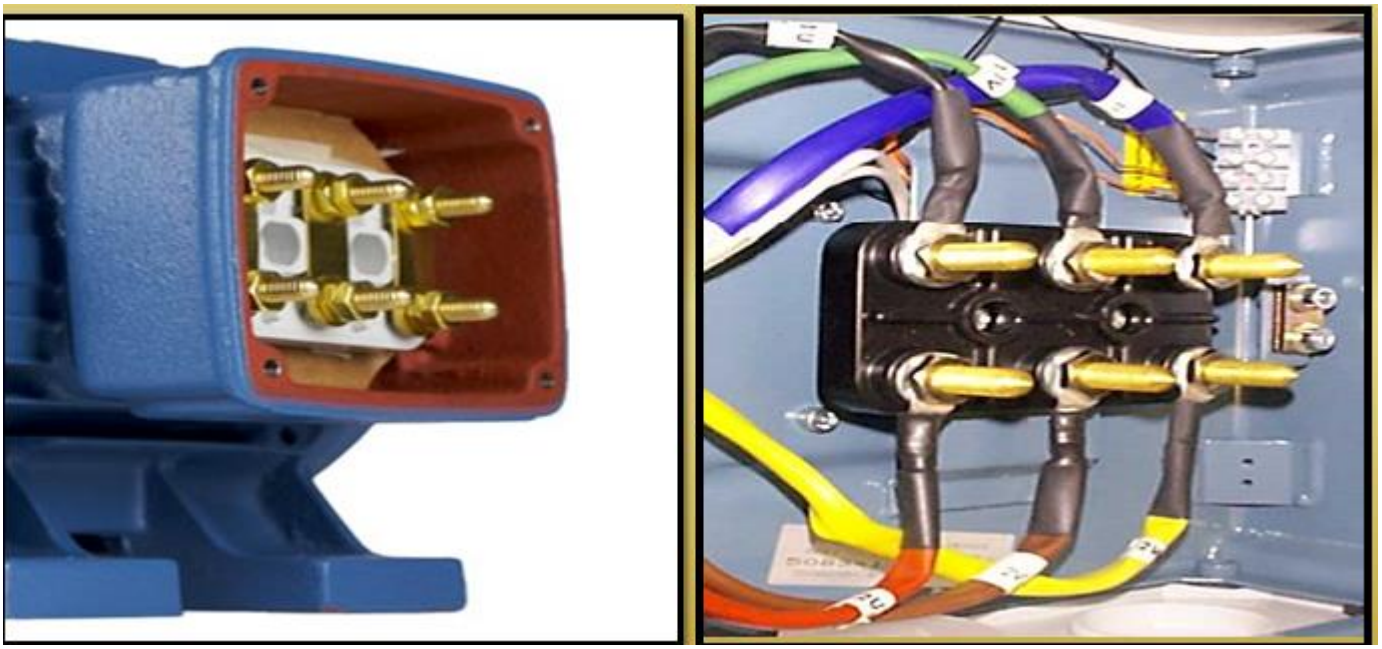
بعض أشكال ملفات المحركات ثلاثية الأوجه

علبة التوصيل

Wiring Junction Box

وهي العلبة التي يجمع بها الأطراف الخارجة من العضو الثابت ويتم توصيلهم بروزيتة مثبتة على الهيكل الخارجي للمحرك.

- حاكم دخول الكابلات بالعلبة (الجلاند) وهي عبارة عن لواكير تركب بفتحات دخول الكابلات بعلبة المحرك وهي تصنع من الصلب وأحيانا من البلاستيك.



علبة التوصيل للمحرك

العضو الدائر

Rotor Core

ويتكون من ثلاثة أجزاء أساسية.

الجزء الأول هو القلب:

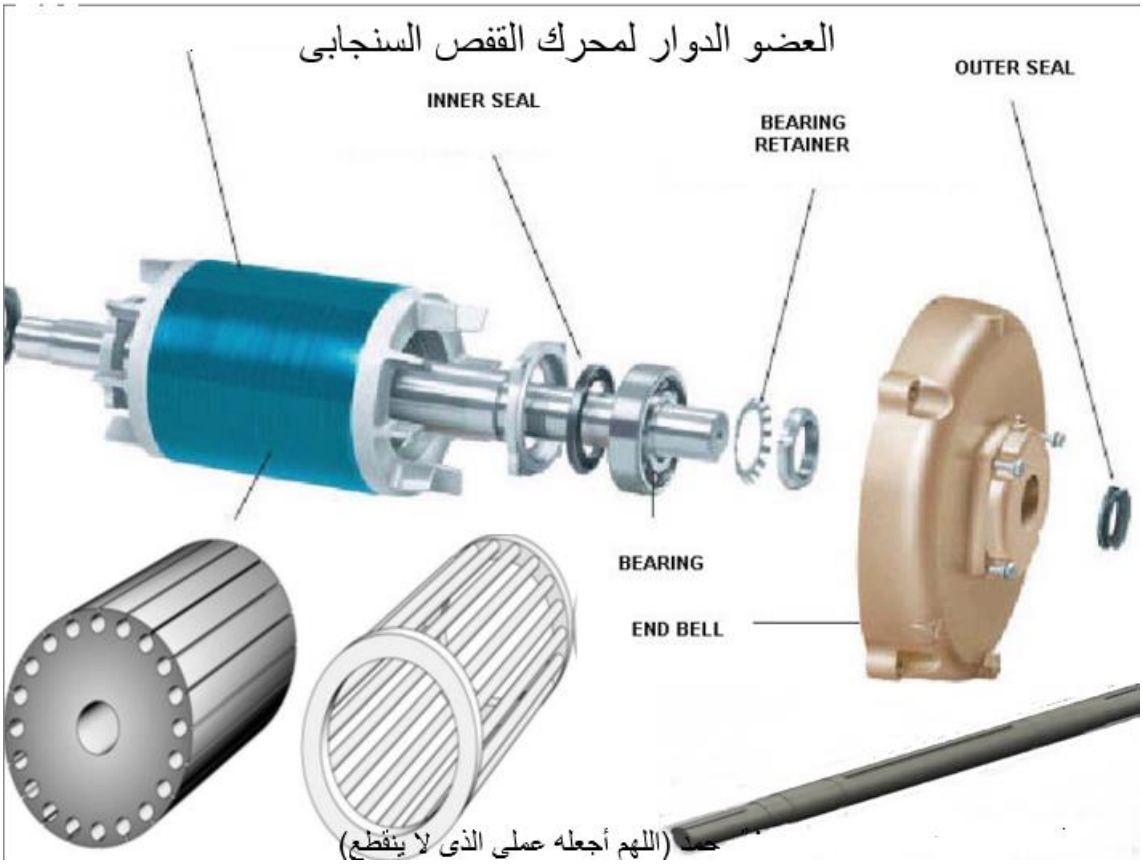
- حيث يتركب من ألواح رقيقة من الفولاذ ذات خواص كهربية عالية الجودة تسمي بالرقائق.

والجزء الثاني هو عمود الإدارة (Rotor)

- حيث يتم تجميع رقائق القلب عليه مع ضغطها.

أما الجزء الثالث: ملفات القفص السنجابي (Squirrel Cage Winding)

- والتي تتكون من قضبان نحاسية أو ألمنيوم سميكة تم تبييتها في مجاري خاصة بها في القلب الحديدي وهذه القضبان مقصورة أطرافها مع بعض من الجهتين بحلقتين من نفس معدن القضبان.



العضو الدائر لمحرك القفص السنجاب

الغطاءان الجانبيان

End Bell

يصنعان من الصلب (حديد الزهر) أو الألمنيوم أي من نفس معدن الإطار ويثبتان بواسطة مسامير قلاوظ ويكون أحدهما أمامي والآخر خلفي يحتويان على كراسي البلي التي تركب على عمود الدوران وتعمل على اتزان العضو الدائر وتسهل حركة دورانه وجعله في وضع يسمح له بحرية الحركة.

غطائي المحرك ثلاثي الأوجه

مروحة التهوية

Cooling Fan

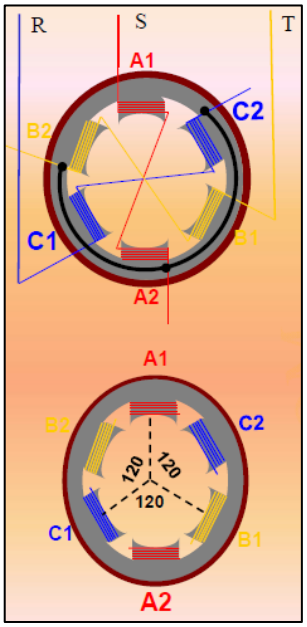
وهي جزء مهم حيث تصنع من الألومنيوم أو البلاستيك، أثناء دوران المحرك فيندفع الهواء بين زعانف الإطار

فتخفض من درجة الحرارة التي تنشأ عن مرور التيار في ملفات القلب الحديدي للعضو الثابت.

مرحلة تبريد المحرك

كيفية توصيل ملفات العضو الثابت

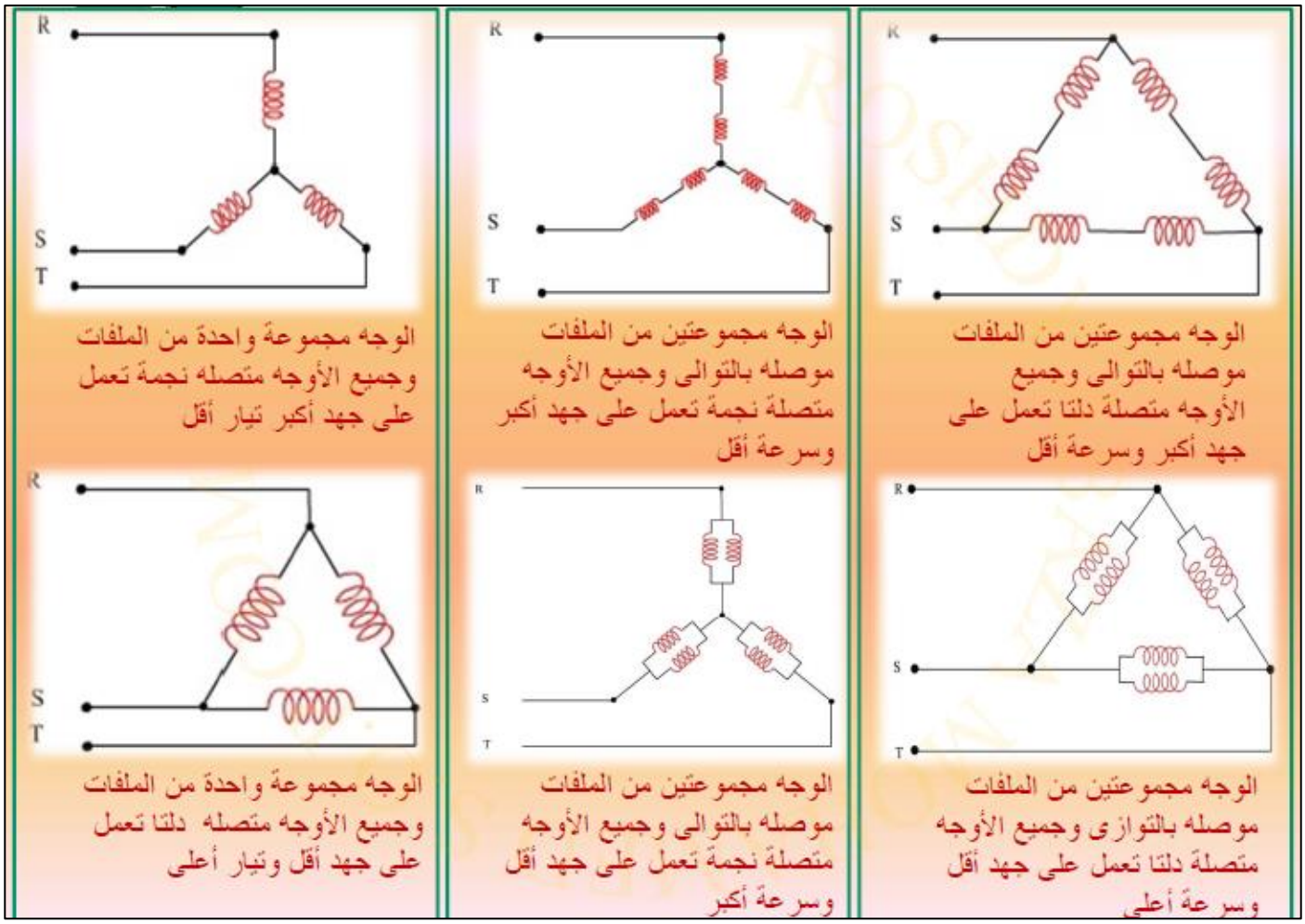
- الشكل المقابل يوضح ملفات العضو الثابت وكما هو موضح انه قد تم تقسيم المحرك إلى ستة ملفات ملفان لكل وجه.
- وفى الحقيقة نجد أن كل ملف من هذان الملفان عبارة عن مجموعة ملفات متصلة بطريقة معينة لتكون القطب ويتم عمل نفس الخطوات مع الملف الأخر ليتكون القطب الأخر وبذلك يكون قد اكتملت ملفات وجه ذو قطبين.
- وكم هو معلوم أنه يتم وضع هذه الملفات بمجاري مصنوعة من شرائح الصلب ولذلك عند مرور التيار بهذه الملفات تصبح كمغناطيس كهربي قلبه الحديدي هو المجاري وأحد الملفين هو قطبه الشمالي والأخر هو الجنوبي وعند انعكاس دور التيار تنعكس القطبية وهكذا .



- عند توصيل التيار الكهربي إلى المحرك.
- نجد أن ملفات الوجه (A1-A2) قد تم توصيلها إلى الوجه S.
- وملفات الوجه (B1-B2) قد تم توصيلها إلى الوجه T.

- وملفات الوجه (C1-C2) قد تم توصيلها إلى الوجه R.
- ونجد أنه قد تم وضع هذه الملفات بحيث يكون بين ملفات كل وجه والوجه الأخر ١٢٠ درجة كهربية

وفيما يلي رسم توضيحي لطرق توصيل ملفات العضو الثابت بطرق مختلفة ثم طريقة تحديد ملفات المحرك بواسطة جهاز الأوموميتر.



طرق توصيل ملفات أوجه المحرك

كيفية تحديد أطراف أوجه المحرك

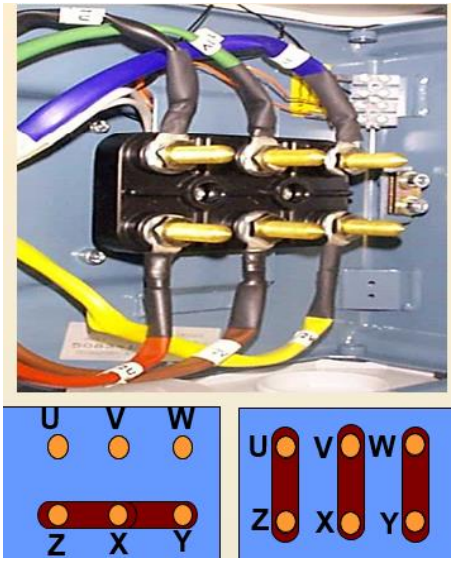
- أولا يتم اتخاذ جميع إجراءات عزل المحرك.
- يتم فصل الكابل الموصل داخل علبة المحرك.
- يتم فك الكباري الخاصة بتوصيلة النجمة أو الدلتا.
- فأولا يجب تحديد ملفات كل وجه بالقياس وذلك بتثبيت أحد طرفي الأفو أو الميجر على أحد أطراف المحرك ويتم تحريك الطرف الأخر للأفو أو الميجر على باقي أطراف المحرك حتى يقرأ مع أحد هذه الأطراف يكون هو الطرف الأخر للوجه.

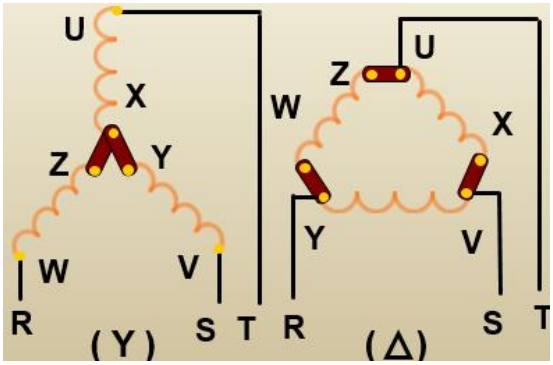
- ويتم تميزهم بشريط لحام بلون معين.
- ويتم تكرار السابق حتى نحصل على الوجهين الأخرين.
- ملاحظة هامة إذا ما قرأ جهاز القياس قيمة أوم بين طرف وأكثر من طرف أخر دل ذلك على وجود قصر بين وجهين أو أكثر وللتأكد من ذلك نقوم بقياس العزل بين كل وجهين ثم بين كل وجه والأرضى.

طرق توصيل المحركات الاستنتاجية ثلاثية الاوجه

طريقة توصيل المحركات ثلاثية الاوجه
(Connection Methods)

وجه المقارنة	توصيلة نجمة (Y)	توصيلة دلتا (Δ)
جهد الخط	يكون جهد الخط مطبق على ملفات وجهين معا	يكون جهد الخط مطبق على ملفات وجه واحد فقط
جهد الخط	VL = Vph ×√3 جهد الخط=جهد الوجه ×√3	VL = Vph جهد الخط=جهد الوجه
تيار الخط	I L = I ph تيار الخط = تيار الوجه	I L = √3× Iph تيار الخط = تيار الوجه √3 ×
طريقة التوصيل	توصل النهايات معا لتشكل نقطة النجمه وتترك البدايات كأطراف خارجية	توصل بداية كل وجه بنهاية الوجه التالى وهكذا وتخرج ثلاث بدايات كأطراف خارجية
الاستعمال	تستعمل فى المحركات الصغيرة نسبيا والتى لا تحتاج عزم بدء عالى	تستعمل فى المحركات الكبيرة والتى تحتاج على عزم بدء عالى



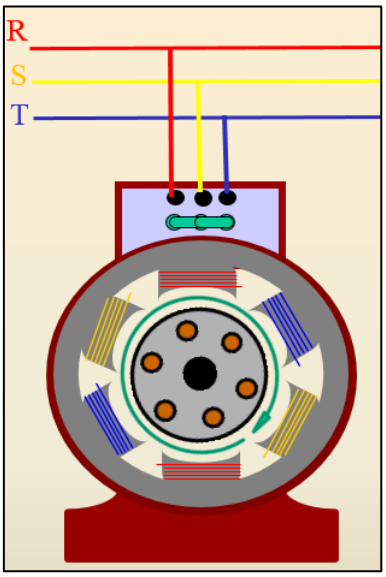


نظرية عمل المحرك الاستنتاجي ذي الثلاثة أوجه

• عند توصيل أطراف العضو الثابت بمصدر الجهد فإنه سيمر تيار بملفاته الملفوفة بطريقة معينة وكذلك موضوعة بطريقة معينة بمجاري العضو الثابت مما ينشأ عنه أقطاب مغناطيسية وبالتالي مجال مغناطيسي ينساب من الأقطاب الشمالية إلى الأقطاب الجنوبية القريبة منها وعند دراسة هذا المجال سنجد أنه مجال مغناطيسي دوار، هذا المجال المغناطيسي الدوار له سرعة تسمى بسرعة التزامن (Ns) وتعتمد هذه السرعة على قيمة تردد المصدر (f)

وعدد أقطاب المحرك (p) ومن الممكن حساب هذه السرعة بتطبيق القانون $Ns = 12. f \div p$

• عندما يقطع هذا المجال الدوار موصلات العضو الدائر يتولد بها قوة دافعة كهربية مشابهة للقوة الدافعة الكهربية للعضو الثابت وذلك طبقا لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي، وبما أن موصلات العضو الدائر مقصورة من الجهتين فإنه سيمر فيها تيارات ثلاثية الأوجه بين كل وجه وأخر ١٢٠ درجة ومن ثم سيتولد مجال مغناطيسي دوار أخر في الثغرة الهوائية نتيجة لمرور تيار ثلاثي الأوجه في موصلات العضو الدائر.



في هذه الحالة أصبح لدينا مجالان مغناطيسيان دواران الأول ناتج من العضو الثابت والثاني ناتج من العضو الدائر، وحيث أن المجالين المغناطيسيين يدوران بنفس السرعة والاتجاه فإنه سيتولد عزم دوران فعال على العضو الدائر يؤدى إلى دورانه بنفس اتجاه ودوران المجالين

وفيما يلي سيتم شرح تفصيلي عن كيفية تولد المجال المغناطيسى بالعضو الثابت والمجال المغناطيسى المتولد بالعضو الدوار.

محرك استنتاجي موصل نجمة

حاول بمساعدة الشبكة العنكبوتية كتابث بحث مختصر عن المجالات المغناطيسية الدوارة ودورها في المحركات الاستنتاجية.

العلاقة بين سرعة التزامن وسرعة العضو الدوار

بعد أن قمنا بشرح تفصيلي لحركة المجال المغناطيسى داخل العضو الثابت يجب أن تعلم أن لحركة هذا المجال سرعة تسمى سرعة التزامن (Ns).

وأن سرعة التزامن هذه تساوى ١٢٠ مرة من تردد المصدر ويرمز لها بالرمز (F) مقسوم على عدد أقطاب المحرك (P)

فنجد مثلا أن سرعة التزامن للمحرك ذو قطبين سرعة التزامن = F÷P .12 فنجد مثلا أن سرعة التزامن للمحرك ذو قطبين عند تردد ٥٠ ذبذبة = ١٢. X ٥. ÷ ٢ = ٣... لفة / دقيقة

٥٠ذبذة فى الثانية F	٥٠ذبذة فى الثانية F	٦٠ذبذة فى الثانية F	٦٠ذبذة فى الثانية F
عدد الأقطاب P	سرعة المجال Fs	عدد الأقطاب P	سرعة المجال Fs
٢	٣٠٠٠	٢	٣٦٠٠
٤	١٥٠٠	٤	١٨٠٠
٦	١٠٠٠	٦	١٢٠٠
٨	٧٥٠	٨	٩٠٠
١٠	٦٠٠	١٠	٧٢٠

شرح نظرية دوران العضو الدائر للمحرك الحثى

شرح هذه النظرية بطريقتين

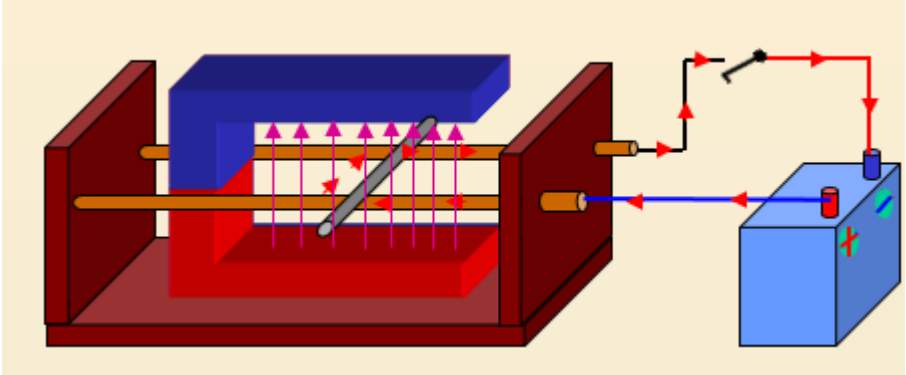
الطريقة الأولى:

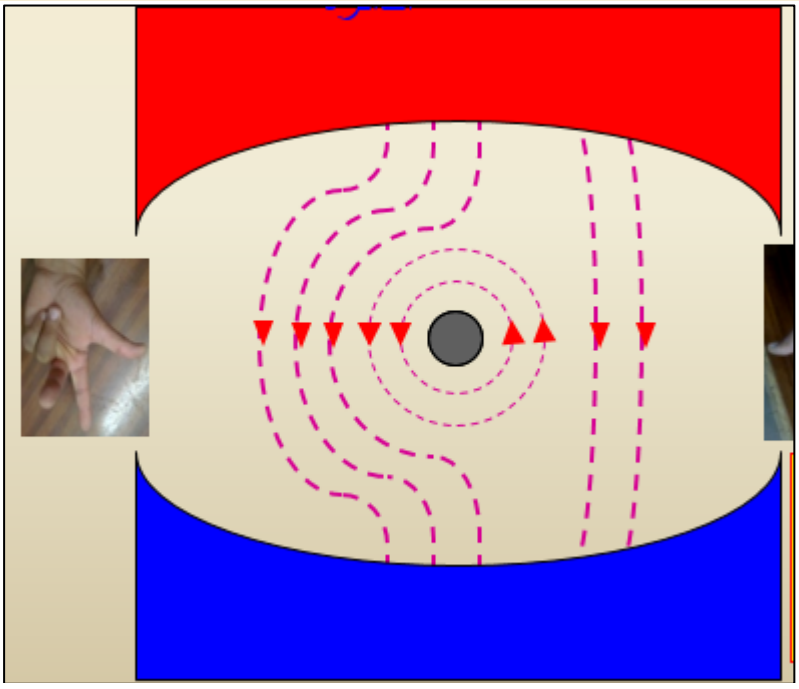
وهي تعتمد على القوى المؤثرة على موصل يمر به تيار ويقع تحت تأثير مجال مغناطيسي

الطريقة الثانية:

وهي تعتمد على التفاعل الذي يحدث بين مجال العضو الثابت ومجال العض والدائر بالتجاذب والتنافر فتحدث الحركة. وفيما يلي شرح لكلا الطريقتين:

ونبدأ بالطريقة الأولى ولكن قبل أن نبدأ في شرحها يجب أن نفهم أولا هذه التجربة التي تشرح التأثير الواقع على موصل يمر به تيار ويقع تحت تأثير مجال مغناطيسي





القوى المؤثرة على موصل يمر به تيار ويقع تحت تأثير مجال مغناطيسي في التجربة الموضحة نجد ان المجال المغناطيسى ينساب من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي وعند توصيل المفتاح يمر التيار من الطرف الموجب إلى الطرف السالب مارا بالقضيب الموضوع بين قطبي المغناطيس فيتولد حوله مجال مغناطيسي من الممكن تحديده بواسطة قاعدة اليد اليمنى لفلمنج (وذلك لأنه مجال متولد) فعندما يشير السبابة إلى اتجاه المجال والوسطى إلى التيار فإن الإبهام يشير إلى اتجاه حركة المجال حول القضيب ومن الممكن أيضا تحديده بأن نتخيل أننا نقبض على القضيب باليد اليمن بحيث يشير الابهام إلى اتجاه التيار فإن اتجاه دوران الأصابع يشير إلى اتجاه حركة المجال حول الموصل ونجد هنا أن اتجاه حركة المجال حول القضيب ضد اتجاه عقارب الساعة وعند ذلك نجد أن المجال المغناطيسى للمغناطيس الدائم يبدأ في التنافر مع خطوط المجال الخاصة بالقضيب والتي تكون في عكس اتجاهه وتبدأ الخطوط في الانحراف والانجذاب نحو خطوط المجال المماثلة له في الاتجاه والتي تكون هنا في اتجاه عقارب الساعة فتكون كما هو موضح بالشكل.

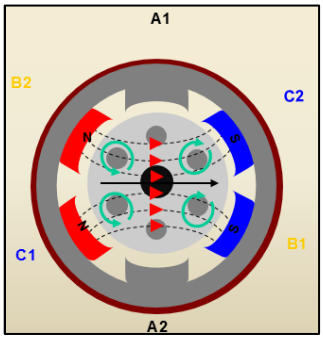
ولأن خطوط المجال تميل دائما أن تسير في خطوط مستقيمة نجد أن هذه الخطوط تحاول أن تستقيم فينتج عنها قوة مؤثره تؤثر على الموصل فتحركه ومن الممكن تحديد اتجاه هذه الحركة بواسطة استخدام قاعدة فلمنج لليد اليسرى فعندما يشير السبابه لاتجاه المجال والوسطى إلى اتجاه التيار فإن الإبهام يشير إلى اتجاه حركة القضيب.

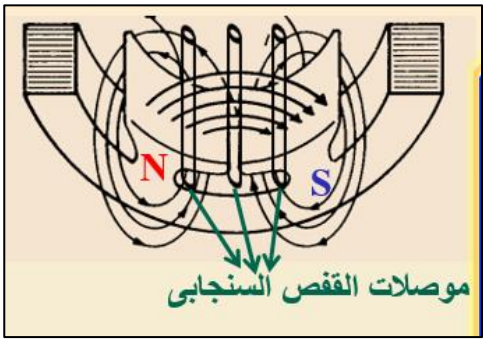
قارن بين نظرية العمل في جميع المحركات الاستنتاجية بانواعها المختلفة وحدد المشترك والمختلف بينهم

شرح النظرية الأولى لحركة العضو الدائر للمحرك ثلاثي الأوجه

بعد ان تم شرح عملية استنتاج المجال الدوار داخل العضو الثابت وكيفية دورانه داخل الثغرة الهوائية بالعضو الثابت وبافتراض أن هذا المجال يدور في اتجاه عقارب الساعة ويتجه دائما من القطب الشمالي إلى الجنوبي فيبدأ هذا المجال الدوار في قطع موصلات القفص السنجابي للعضو الدائر المقابلة له.

- عند ذلك ينشا في هذه الموصلات ق.د.ك (قانون فاراداى) ولأن هذه الموصلات مقصورة على نفسها فتصبح كدائرة مغلقة فيمر تيار بهذه الموصلات ومن هنا وتبعا لقاعدة لورينز موصل يحمل تيار ويقع تحت تأثير مجال مغناطيسي فيتولد به حركة ميكانيكية كما شاهدناها بالتجربة السابقة. ولتفسير هذا نجد أنه عند مرور التيار بالموصلات ينشا عنها مجال مغناطيسي حولها.
- ونتيجة لهذا المجال نجد أن المجال الرئيسي للعضو الثابت يبدأ بالانحراف نحو الاتجاه المشابه له للمجال الناشئ بموصلات القفص السنجاب.
- ولأن المجال المغناطيسى يميل دائما للتدفق في خطوط مستقيمة نجد أن المجال المغناطيسى للعضو الثابت يعدل من وضعة ليصبح مستقيم فينشأ عن ذلك قوة ميكانيكية تعمل على تحريك الموصلات في اتجاه السهم الموضح ومن الممكن تحديد اتجاه هذه الحركة باستخدام قاعدة الأصابع المتعامدة لليد اليسرى لفلمنج فعندما يشير السبابه إلى اتجاه المجال والوسطى إلى اتجاه التيار (للخارج نحوك) فإن الإبهام يشير إلى اتجاه الحركة وبذلك تستمر حركة العضو الدائر بالدوران ولكن ليس بنفس سرعة المجال المغناطيسى الدوار ولكن يوجد فرق بين السرعتين يسمى بالانزلاق.

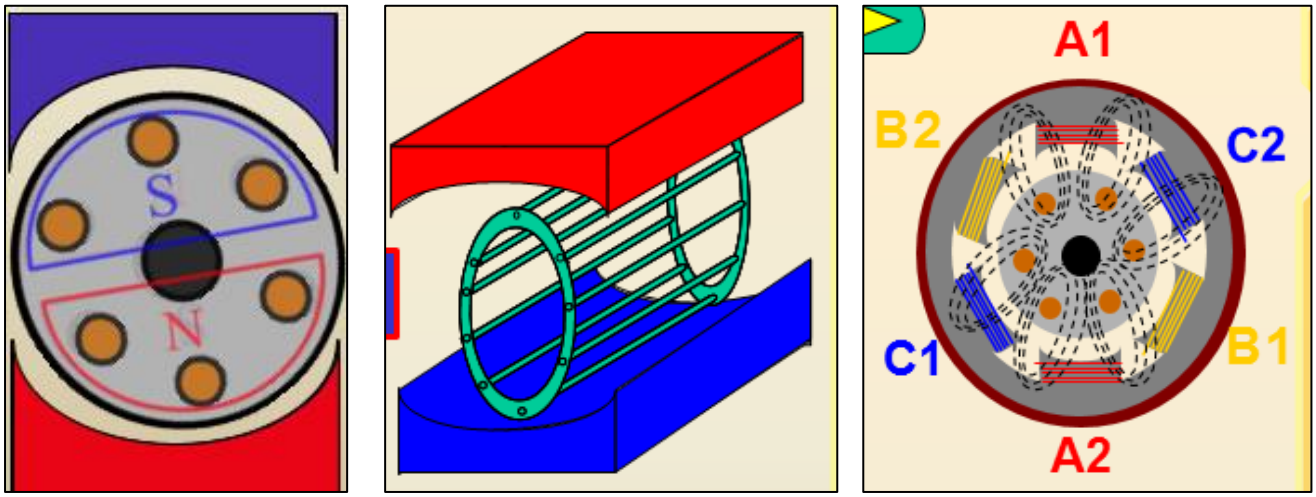




نظرية دوران العضو الدوار

النظرية الثانية لكيفية دوران العضو الدوار ذو القفص السنجابي

بعد أن تعرفنا على نظرية الدوران الأولى والتي تعتمد على نظرية حركة الموصلات التي يمر بها تيار تأثيري نتيجة وقوعها تحت تأثير المجال المغناطيسي فتحدث بها حركة في نفس اتجاه حركة هذا المجال نبدأ في شرح النظرية الثانية والتي تعتمد على ظاهرة التنافر والتجاذب بين الأقطاب المغناطيسية عند مرور التيار بملفات العضو الثابت يبدأ المجال المغناطيسى الدوار للأقطاب في قطع موصلات القفص السنجاب المواجهة لهذه الأقطاب فيتولد في هذه الموصلات قوة دافعة كهربية (قانون فاراداى) ولأن هذه الموصلات مغلقة من الناحيتين فتحقق شرط مرور تيار معاكس لاتجاه التيار الأصلي المتسبب به (قاعدة لنز) في الدائرة المغلقة وبسبب مرور هذا التيار في هذه الموصلات يبدأ تولد مجال مغناطيسي حولها يكون مختلف في القطبية عن قطب العضو الثابت المقابل له وذلك لاختلاف اتجاه التيار ولأن التيار المار بملفات العضو الثابت متغير فسنجد أيضا أن الأقطاب المغناطيسية تتغير وبالتالي تعاكسها اقطاب العضو الدائر المقابلة لها فيحدث هنا عملية التجاذب والتنافر بين الاقطاب وبعضها فيتحرك العضو الدائر محاولا اللحاق بسرعة المجال المغناطيسى للعضو الثابت ولكنه لا يستطيع وذلك لوجود المقاومات الطبيعية للعضو الدائر مثل الوزن واحتكاك رولمان البلى وكذلك أيضا أن أقطاب العضو الدائر تابعة دائما لأقطاب العضو الثابت ولذلك تنشأ فرق سرعة بين سرعة العضو الدوار وسرعة المجال الدوار للعضو الثابت تسمى بالانزلاق.



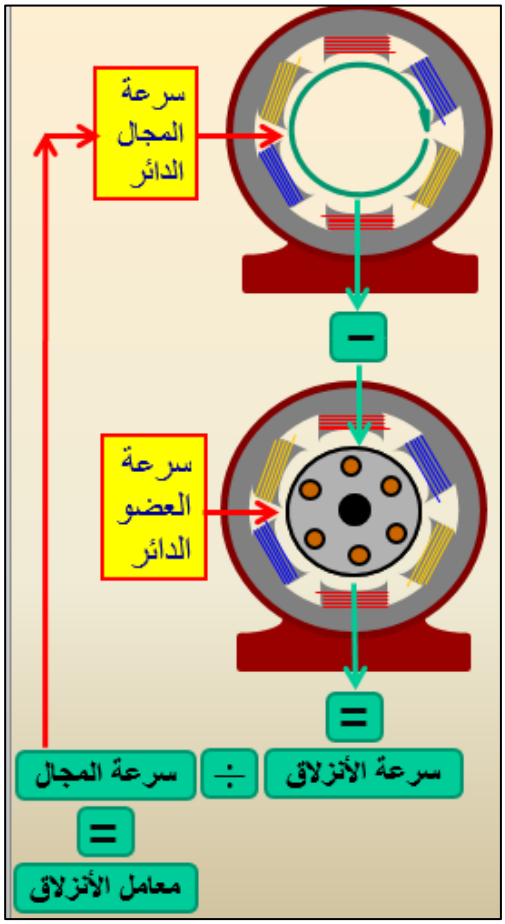
نظرية دوران العضو الدوار

الانزلاق Slipping

أولاً: يجب أن نعلم أن هناك فرق بين سرعة الانزلاق ومعامل الانزلاق

• سرعة الانزلاق (N slip) هي فرق السرعة الناتجة بين سرعة المجال المغناطيسى الدوار (سرعة التزامن) داخل العضو الثابت ونرمز لها بالرمز (Ns) والسرعة الفعلية للعضو الدوار (Nr)

N slip = NS – Nr



- **معامل الانزلاق** هو النسبة بين سرعة الانزلاق وسرعة التزامن

S = (NS – Nr) ÷ NS
S% = (NS – Nr) ÷ NS *1..

- ونجد أن معامل الانزلاق له دور كبير جدا في تحديد خواص المحرك حيث اننا نلاحظ انه عندما يعمل المحرك على اللاحمل نجد أن سرعته تكون كبيرة جدا ويقل عزم الدوران وذلك لان معامل الانزلاق أصبح قريب جدا من الصفر تقريبا من ١.. % إلى ٢.. % وتصل الى ٥... % في المحركات الكبيرة.
- ولكن عندما نبدأ التحميل على المحرك نجد أن السرعة تقل ويزيد العزم وذلك لأن معامل الانزلاق يزيد ويصل ما بين ٣% الى ٥%
- ويلاحظ أن قيمة معامل الانزلاق لا تقل عن الصفر وذلك إذا افترضنا أن سرعة العضو الدوار تساوت مع سرعة التزامن ولا تزيد عن الواحد الصحيح وذلك عندما يكون العضو الدوار ساكن.

ومن هنا نجد أن:

سرعة العضو الدوار تساوى Nr =Ns (1 – S)

تردد تيار العضو الدائر
Frequency of Rotor Core Current

• كما نعلم أنه عند توصيل الجهد لملفات العضو الثابت وعندما يبدأ المجال المغناطيسى للعضو الثابت في التولد يكون العضو الدائر ساكن وهنا يبدأ المجال المغناطيسى الدوار في قطع أكبر مساحة ممكنة من العضو الدائر ولذلك تكون القوة الدافعة الكهربية في أعلى قيمة لها ويكون تردد هذه القوة الدافعة الكهربية مساوى لتردد جهد العضو الثابت (تردد المصدر) وعندما يبدأ العضو الدائر في الدوران يقل قطع المجال المغناطيسى لموصلات العضو الدائر بسبب السرعة ولذلك تقل القوة الدافعة الكهربية ويقل معها التردد. ومن هنا نجد أن تردد التيار بالعضو الدائر يتناسب عكسيا مع سرعة العضو الدائر

ترد التيار بالعضو الثابت (Fs) = N×P ÷ .12 = Fs

• تردد التيار بالعضو الدائر(Fr) Fr = S×Fs

• تردد التيار بالعضو الدائر(Fr) Fr=S×Ns×P÷12.

الانزلاق (S) عدد الأقطاب و (P) السرعة و (N)

تذكر أن

وجه الشبه بين المحول والمحرك

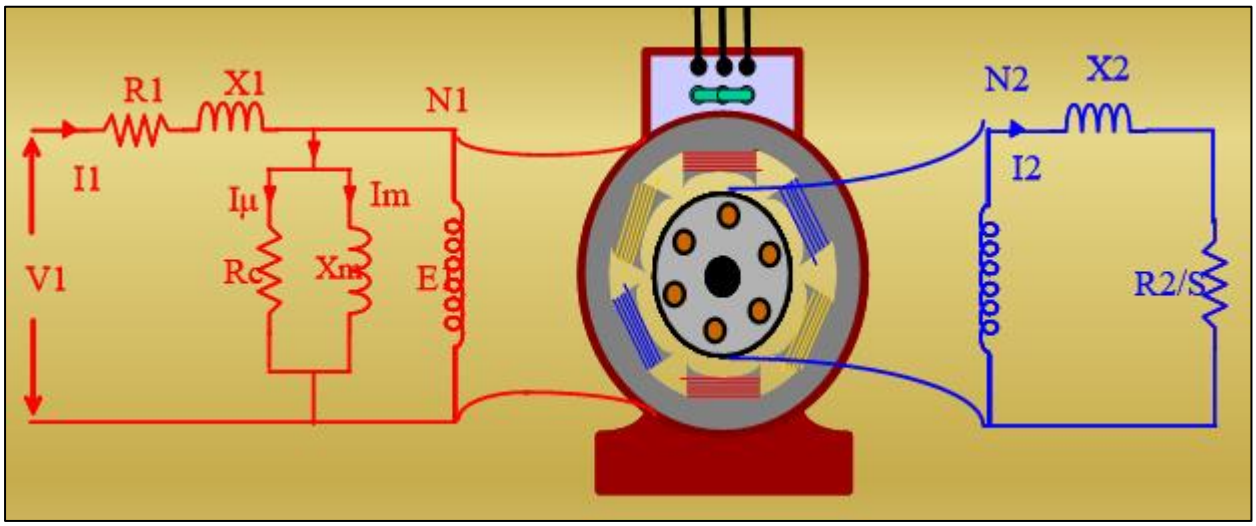
وجه الشبه والاختلاف بين المحول والمحرك

المحول الكهربى	المحرك الكهربى
• المحول الكهربى يعمل بنظرية الحث الكهرومغناطيسى قانون فاراداى • له قلب من شرائح الصلب السليكونى لتكملة مسار المجال المغناطيسى ويحمل الملفات على أضلاعه (القلب الحديدى) • له ملفات ابتدائى تلف على بكرة مثبته على أحد اضلاعه • له ملفات ثانوية تلف على بكر مثبته على احد أضلاعه • لا يوجد بة ثغرة هوائية • يوجد به مجال مغناطيسى دائر داخل القلب الحديدى ويقطع ملفات الثانوى • لا يوجد به أجزاء متحركة • يوصل جهد المصدر إلى أطراف الملف الابتدائى • يكون التردد بالملف الابتدائى مساوى للتردد بالملف الثانوى	• المحرك الكهربى يعمل بنفس نظرية الحث الكهرومغناطيسى قانون فاراداى • له قلب من شرائح الصلب السليكونى لتكملة مسار المجال المغناطيسى وتوضع الملفات بمجارى مشقوقة به (العضو الثابت) • له ملفات ابتدائى تركب داخل مجارى بالعضو الثابت • له ملفات ثانوية تتمثل فى ملفات العضو الدائر سواء كانت سلك ملفوف أو بارات نحاسية مقصورة كما بالقفص السنجابى • يوجد بة ثغرة هوائية بين العضو الثابت والمتحرك • يوجد به مجال مغناطيسى دائرناتج بالعضو الثابت ويدوربالثغرة الهوائية ويقطع العضو الدائر • يوجد به العضو الدائر متحرك • يوصل جهد المصدر إلى أطراف ملفات العضو الثابت • يكون التردد بملفات العضو الدائر مساوى للتردد بملفات العضو الثابت ثم يقل بعد بدء الدوران ويقل كلما زادت السرعة

تحليل الدائرة المكافئة للمحرك

هي عبارة عن رسم لدائرة كهربائية تشمل جميع قيم مقاومات ومعاوقات وتيارات وجهود المحرك وهي تشبه إلى حد ما الدائرة المكافئة للمحول

•عناصر الدائرة



(R1 , R2) مقاومات ملفات العضو الثابت والدوار لكل وجه

(X1 , X2) الممانعة الحثية ملفات العضو الثابت والدوار لكل وجه

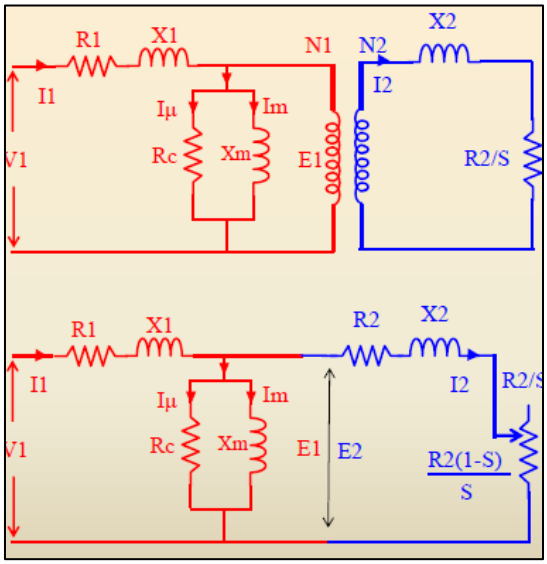
(Rc) مقاومة تمثل المفاقيد الحديدية

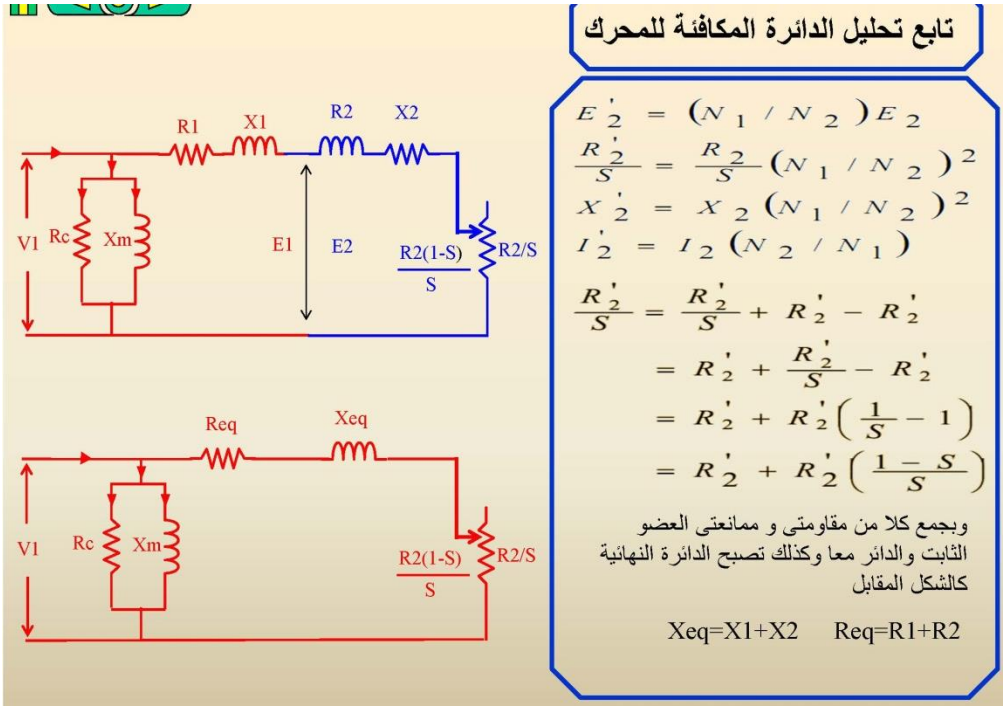
(XM) المفاعلة المغناطيسية

(N1 , N2) عدد لفات ملفات العضو الثابت والعضو الدوار

•وللتخلص من الدائرة المغناطيسية المتمثلة في الثغرة الهوائية يتم نسب دائرة الثانوي إلى الابتدائي كما هو موضح بالشكل الثاني

E2= (N1/N2) E2

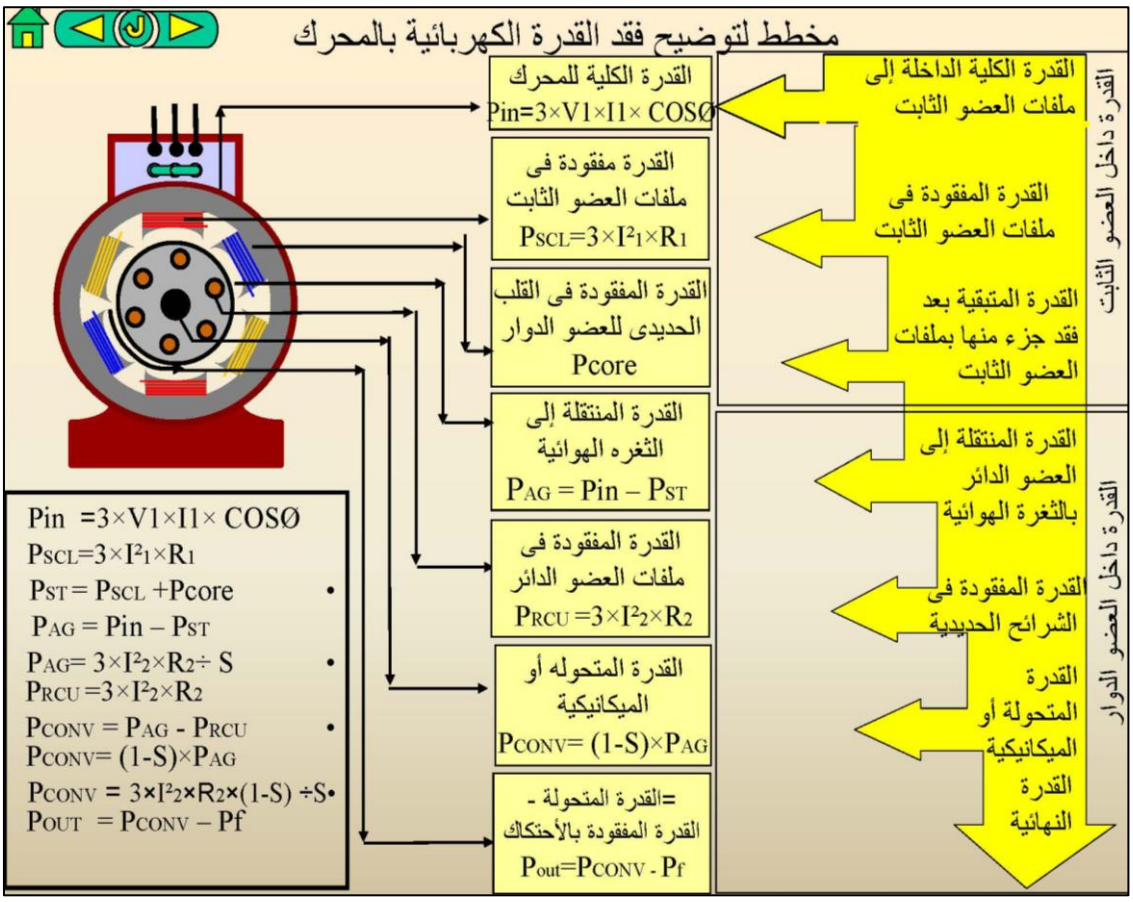




القدرة Power

- تنقسم القدرة الكلية Pin فى المحرك الحثى الثلاثى الى قسمين قسم خاص بالعضو الثابت وقسم خاص بالعضو الدائر وفيما يلى دراسة وحساب القسمين
- القسم الأول وقدرة داخلة للمحرك Pin وهى التى تنتج عن جهد المحرك V_1والتيار I_1ومعامل القدرة COSØ وتحسب من المعادلة التالية $P_{in}=\sqrt{3}\times V_1\times I_1\times COS\emptyset$ أو $P_{ph}= 3\times V_{ph}\times I_{ph}\times COS\emptyset$
- ومن الطبيعى ان نجد مفاقيد لهذه القدرة متمثلة الحرارة الناتجة من العضو الثابت R1وتسمى مفاقيد نحاسية P_{SCL} وتحسب من المعادلة التالية $P_{SCL} =3\times I_1^2\times R_1$
- ونجد أيضا أن هذه القدرة يفقد منها جزء أخر فى القلب الحديدى للعضو الثابت فى شكل حرارة ايضا بسبب التيارات الدوامية وتسمى مفاقيد حديدية P_{CORE} وبذلك يكون مجموع المفاقيد فى العضو الثابت P_{ST} يساوى مجموع المفاقيد النحاسية والمفاقيد الحديدية $P_{ST} = P_{SCL} + P_{CORE}$ والجزء المتبقى من القدرة الكلية للمحرك بعد هذه المفاقيد يذهب إلى العضو الدائر من خلال الثغرة الهوائية وهذا الجزء هو
- القسم الثانى للقدرة ويرمز له بالرمز P_{AG}(القدرة داخل الثغرة الهوائية)حيث أن $P_{AG} = P_{in} - P_{ST}$ولان الانزلاق يدخل فى حسابات العضو الدائر فنجد أن $P_{AG}= 3\times I_2^2\times R_2\div S$ وهذه القدرة يفقد منها جزء على شكل حرارة بموصلات العضو الدائر ونرمز لها بالرمز P_{RCU}وتحسب كالتالى
- $P_{RCU} =3\times I_2^2\times R_2$ والجزء المتبقى يسمى بالقدرة المتحولة وهى قدرة قدرة ميكانيكية (P_{CONV})ومن الممكن حساب هذه القدرة بمعلومية الانزلاق $P_{CONV}= 3\times I_2^2\times R_2\times(1-S)\div S$
- ونجد أن هذه القدرة الميكانيكية المسئوله عن دوران العضو الدوار سيتم فقد جزء منها فى مقاومة الهواء وكذلك الاحتكاك مع كراسى التحميل وسنرمز لهذه القدرة بالرمز Pf لينتج القدرة الخارجة النهائية P_{OUT} والتى يتم حسابه كالتالى $P_{OUT} = P_{CONV} - P_f$مما سبق نخرج بثلث معادلات
- $P_{CONV}= 3\times I_2^2\times R_2\times(1-S)\div S$ $P_{AG}= 3\times I_2\times R_2^2\div S$ $P_{RCU}=3\times I_2^2\times R_2$
- ومن المعادلات السابقة نجد أن عند ضرب P_{AG} بالانزلاق نحصل على P_{RCU} $P_{RCU}=P_{AG}\times S$وكذلك عند ضرب P_{AG}فى المعامل (1-S)نحصل على P_{CONV} $P_{CONV}= (1-S)\times P_{AG}$
- ومن هنا يتضح أهمية قيمة الانزلاق بالمحركات الحثية حيث أنه كلما زادت قيمته تزيد معه المفاقيد النحاسية مما يقلل من كفاءة المحرك وفيما يلى مخطط لتوضيح القدرة الكلية والقدرة المفقودة بجميع مراحل المحرك

مخطط لتوضيح فقد القدرة الكهربية بالمحرك



قوانين وعلاقات القدرة

قوانين وعلاقات القدرة Power relations

$$P_{in} = \sqrt{3} V_L I_L \cos\theta = 3 V_{ph} I_{ph} \cos\theta$$

$$P_{SCL} = 3 I_1^2 R_1$$

$$P_{AG} = P_{in} - (P_{SCL} + P_{core}) = P_{conv} + P_{RCL} = 3 I_2^2 \frac{R_2}{s} = \frac{P_{RCL}}{s}$$

$$P_{RCL} = 3 I_2^2 R_2$$

$$P_{conv} = P_{AG} - P_{RCL} = 3 I_2^2 \frac{R_2 (1-s)}{s} = \frac{P_{RCL}(1-s)}{s}$$

$$P_{conv} = (1-s) P_{AG}$$

$$P_{out} = P_{conv} - (P_{f+w} + P_{stray}) \qquad \tau_{ind} = \frac{P_{conv}}{\omega_m} = \frac{(1-s) P_{AG}}{(1-s)\omega_s}$$

القدرة بالحصان Horsepower

علمنا مما سبق أن القدرة الفعالة للمحرك بالكيلو وات = جزر ٣× جهد المحرك بالفولت × التيار المسحوب بالأمبير × معامل القدرة

P (KW) = √3 × IL × VL × COSØ (عند جهد الخط)

P (KW) = 3 × IPH × VPH × COSØ (عند جهد الوجه)

ولتحويل هذه القدرة بالوات يتم الضرب x ..1.

P (KW) =1...W

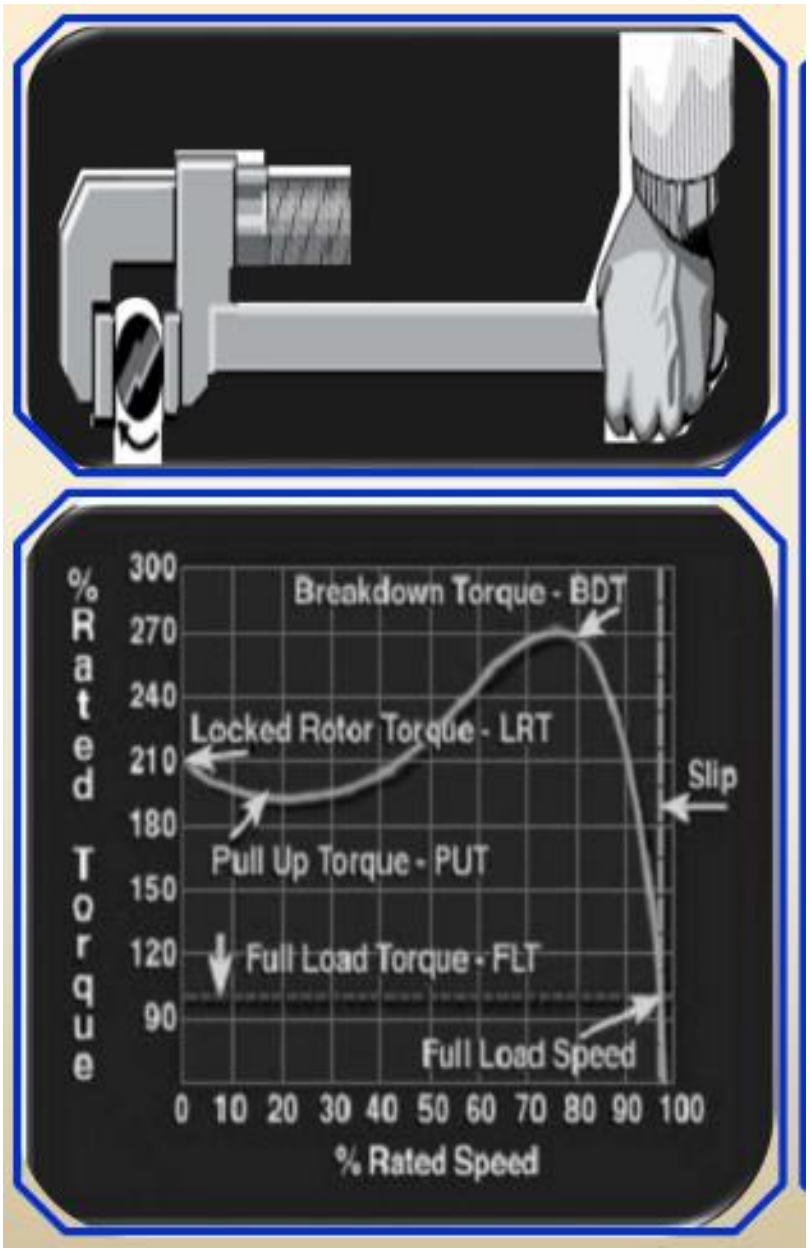
ولتحويل هذه القدرة بالحصان يتم القسمة ÷ 746

الحصان = 746 وات

القدرة بالحصان=القدرة بالكيلو وات x 1.34

القدرة بالكيلوواط=القدرة بالحصان x .746.

عزم المحرك وانواعه


% Rated Torque
300
270
240
210
180
150
120
90
Breakdown Torque - BDT
Locked Rotor Torque - LRT
Slip
Pull Up Torque - PUT
Full Load Torque - FLT
Full Load Speed
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
% Rated Speed

حساب عزم المحرك

حساب عزم المحرك

- عزم الدوران المؤثر على العضو الدوار للمحرك T هو حاصل قسمة القدرة الميكانيكية PCONV على السرعة الزاوية لدوران العمود (ωr) وحيث أن T= PCONV ÷ ωr السرعة الزاوية للعمود متغيرة بتغير الحمل فأننا نستبدلها بالسرعة الزاوية التزامنية ولأن هذه الزاوية موجودة بالثغرة الهوائية فإننا نستخدم القدرة المنتقلة خلال الثغرة الهوائية وهي Pg T= PAG ÷ ωs
- ومن قوانين القدرة السابقة ωs = 2 π ns ÷60 (rad/sec) علمنا أن PAG= 3×I²2×R2÷ S وبالتعويض في المعادلة الأولى نجد أن T= 3×I²2×R2÷ S/ 2πns ÷60 وفي المعادلة السابقة نجد أن بها بعض القيم الثابتة مثل (3) و (ns)سرعة التزامن و (2) و(π) نسبة تقريبية = 3.14 و (60) ومن الممكن تجميع هذه القيم من المعادلة لجعلها رقم ثابت K=(3×60) ÷(2 π ns) وبذلك تصبح المعادلة كالتالي T= K×I2×R2² ÷ S وبالرجوع إلى الدائرة المكافئة نجد أن I2=V1 ÷Zq e حيث أن Zeq=√ (R1+R2/S)²+X²eq وبالتعويض عن قيمة التيار نجد أن المعادلة النهائية للعلاقة بين الانزلاق والعزم والتي يتم حساب العزم منها عند أي نقطة قيمة للانزلاق

$$T = K \cdot \frac{V_1^2}{(R_1 + R_2'/S)^2 + X_{eq}^2} \cdot \frac{R_2'}{S}$$

- TMAX (أقصي قيمة للعزم)

$$T_{max} = K \cdot \frac{V_1^2}{2X_2'}$$

- TSTART (عزم البدء)

$$T_{Start} = K \cdot \frac{V_1^2}{(R_1 + R_2')^2 + X_{eq}^2} \cdot R_2'$$

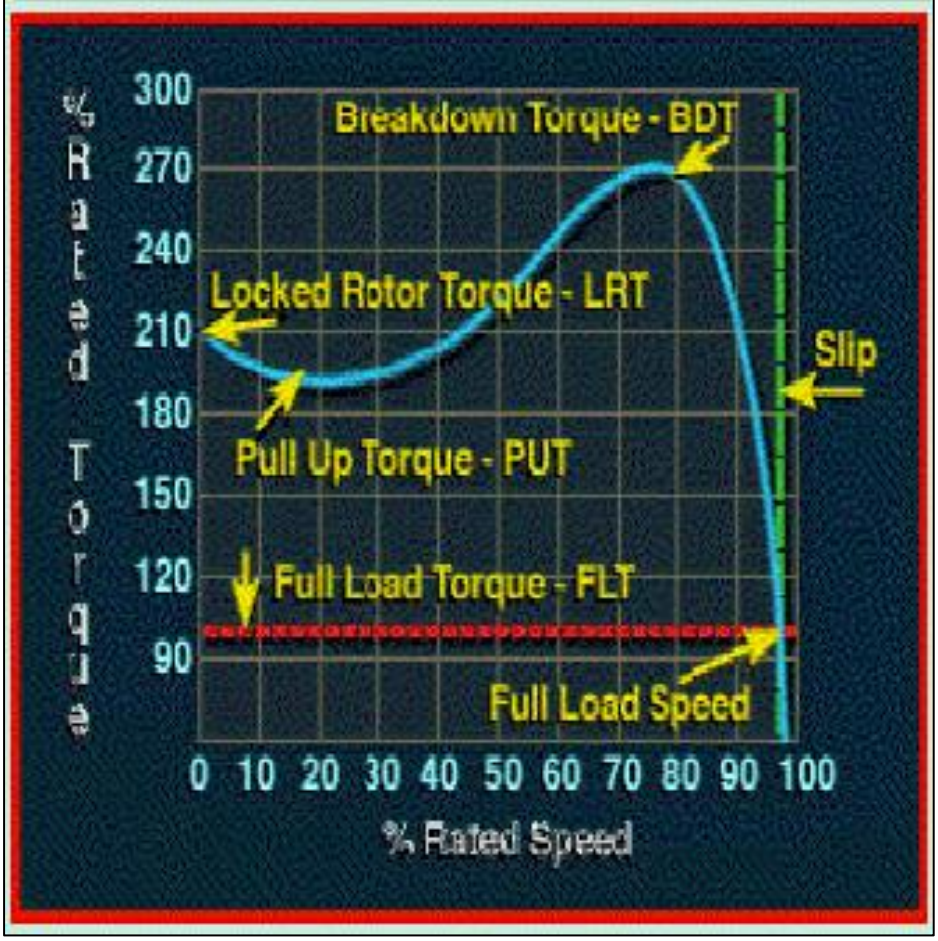
حساب قيمة العزم بمعلومية القدرة بالحصان والسرعة

حساب قيمة العزم بمعلومية القدرة بالحصان والسرعة باللفة فى الدقيقة

العزم بالرطل لكل قدم =القدرة بالحصان×٥٢٥٢ ÷السرعة باللفة فى الدقيقة

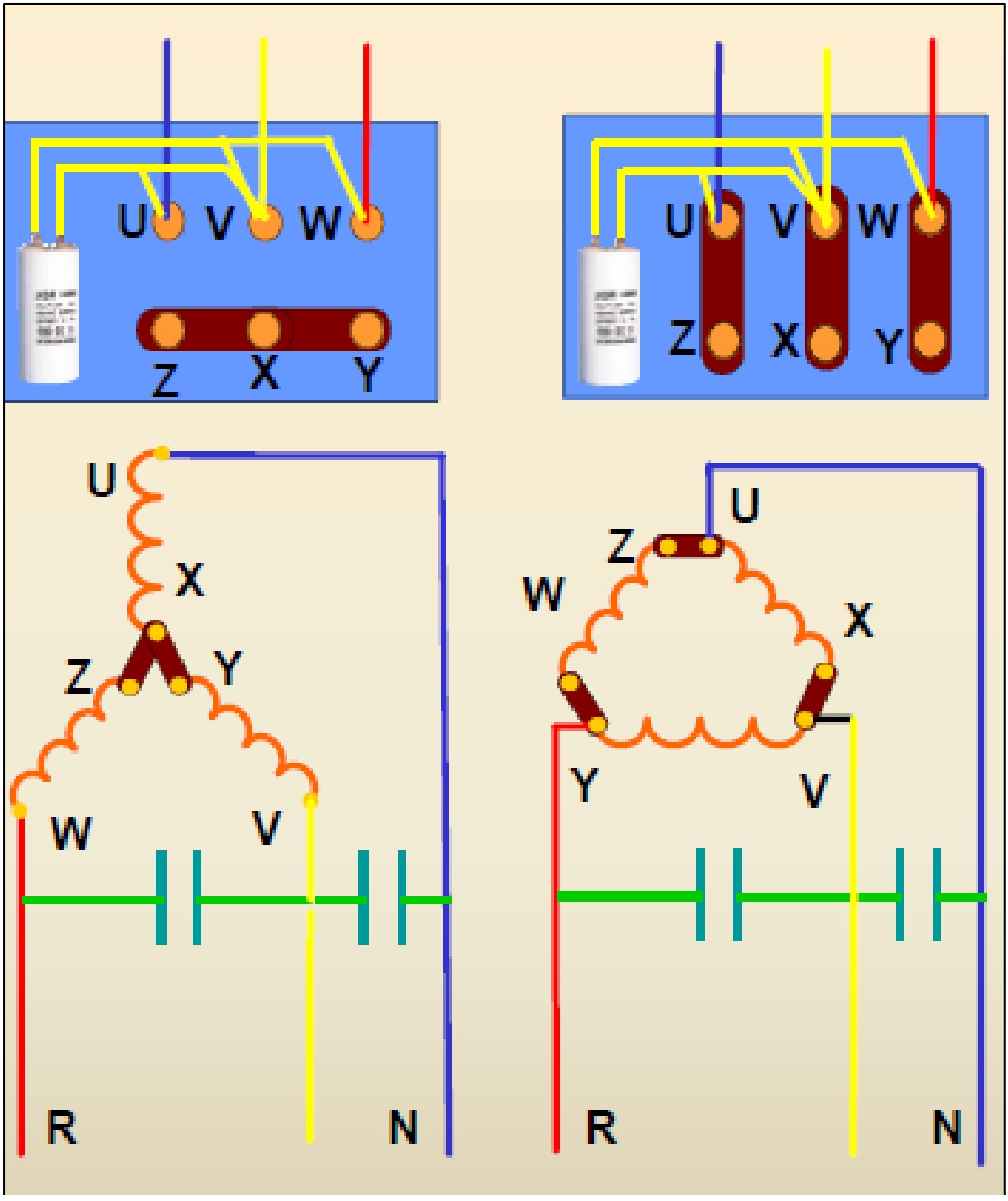
$$T(lb\text{-}ft) = P(hp) \times 5252 \div RPM$$

الواحد باوند لكل قدم = ١,٣٥٥٨نيوتن لكل متر



كيفية عمل المحرك الثلاثى الوجه كأحادى الوجه

- من الممكن أن يعمل المحرك الثلاثى الوجه على جهد أحادى الوجه ولكن بشرط أن يتم التعديل فى طريقة التوصيل الخارجى ويتم إضافة مكثف مناسب ليقوم بإنشاء زاوية وجه متقدمة ينشأ عنها مجال مساعد يتفاعل مع المجال الأصلى ويقوم بدوران المحرك ولكن يجب الانتباه أن التيار المسحوب من المحرك فى حالة توصيل الوجه الواحد سوف تكون أعلى بكثير وسوف تقل قدرته وبالتالى كفائتة منه عند التوصيل على الثلاث أوجه ولذلك يجب التأكد قبل التوصيل أن ملفات المحرك تتحمل هذا التيار ولذلك فإن هذه الطريقة لا تصلح إلا للمحركات الصغيرة التى لا تتعدى 3KWومثال على ذلك إذا كان محرك ثلاثى الوجه قدرته 3KW و يعمل على جهد 380 V فإن تياره عند 0.8 COSΦ يكون
- $I = P \div (\sqrt{3} \times V \times COS\Phi)$
- $I = 3000 \div \sqrt{3} \times 380 \times 0.8 = 5.2A$
- $I = P / (V \times COS\Phi)$
- $I = 3000 \div 220 \times 0.8 = 17A$
- ولعكس اتجاه الدوران يتم فصل طرف المكثف المتصل بأحد طرفى المصدر وتوصيلة بطرف المصدر الاخر



الرسم يوضح كيفية عمل المحرك الحثى ثلاثي الوجه كأحادي الوجه

بعض أمثلة محلولة على المحرك الاستنتاجي

مثال (١-١):

محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو أربعة أقطاب ملفاته موصلة على شكل نجمة يغذي من مصدر جهده ٢٤٠ V وتردده ٥٠ Hz، فإذا كانت قيمة الانزلاق عند الحمل الكامل ٥% احسب ما يلي:

أ) السرعة التزامنية لهذا المحرك.

ب) سرعة العضو الدوار عند الحمل الكامل.

ج) تردد التيارات في العضو الدوار عند الحمل الكامل.

الحل:

أ) من المعادلة (١-١) :

$$ns = \frac{12.\ f\ s}{p} = \frac{12.\ X\ 5.}{4} = 15..\ rpm$$

ب) من المعادلة (١-٧):

$$n = n\ s\ (1 - S) = 15..\ (1- ...5) = 1425\ rpm$$

ج) من المعادلة (١-٨):

$$fr = S.\ fs = ...5\ X\ 5. = 2.5\ Hz$$

مثال (١-٢):

محرك ثلاثي الأوجه ذو أربعة أقطاب يعمل على مصدر تردد ٦٠ Hz ، وسرعته عند الحمل الكامل ١٧٤٠ دورة/ دقيقة، احسب سرعة الانزلاق ومعامل الانزلاق عند الحمل الكامل.

الحل:

أولاً : تحسب السرعة التزامنية من المعادلة (١-١):

$$ns = \frac{12.\ f\ s}{p} = \frac{12.\ X\ 6.}{4} = 18..\ rpm$$

سرعة الانزلاق عند الحمل الكامل تحسب من المعادلة (١-٥):

$$nslip = ns - n = 18.. - 174. = 6.\ rpm$$

معامل الانزلاق عند الحمل الكامل يحسب من المعادلة (١-٦):

$$S = \frac{ns - n}{ns} = \frac{18.. - 174.}{18..} = ...333$$

مثال (٣-١):

محرك حثي ذو ستة أقطاب يعمل على مصدر تردد ٥. Hz ، القوة الدافعة الكهربائية في العضو الدوار ترددها ٢,٥ Hz ، احسب معامل الانزلاق وكذلك سرعة العضو الدوار.

الحل:

معامل الانزلاق يحسب من المعادلة (٨-١):

$$S = \frac{fr}{fs} = \frac{2.5}{5.} = .5...$$

لحساب سرعة العضو الدوار

أولاً: تحسب السرعة التزامنية من المعادلة (١-١):

$$ns = \frac{12.\ fs}{P} = \frac{12.\ X\ 5.}{6} = 1...\ rpm$$

ثم تحسب سرعة العضو الدوار من المعادلة (٧-١):

$$n = ns\ (S - 1) = 1...\ (.5... - 1) = 95.\ rpm$$

محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو قطبين يغذي من مصدر تردده ٦. Hz احسب سرعة العضو الدوار إذا كان تردد التيارات في العضو الدوار Hz٢ .

١- محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو ثمانية أقطاب يعمل على مصدر تردده ٥. Hz ، وسرعته عند الحمل الكامل ٧١٦ دورة / دقيقة، احسب سرعة الانزلاق ومعامل الانزلاق عند الحمل الكامل.

٢- محرك حثي ذو أربعة أقطاب يعمل على مصدر تردده ٦. Hz ، القوة الدافعة الكهربائية في العضو الدوار ترددها ٢,٧ Hz، احسب معامل الانزلاق وكذلك سرعة العضو الدوار.

٣- محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو قطبين ملفاته موصلة على شكل نجمة يغذي من مصدر جهده ٢٢. V وتردده ٦. Hz، فإذا كانت قيمة الانزلاق عند الحمل الكامل ٥... احسب ما يلي:

أ) السرعة التزامنية لهذا المحرك.

ب) سرعة العضو الدوار عند الحمل الكامل.

ج) تردد التيارات في العضو الدوار عند الحمل الكامل.

مثال (٤-١):

محرك حثي ثلاثي الأوجه ملفاته موصلة على شكل دلتا، أجريت له اختبارات تحديد عناصر الدائرة المكافئة فأعطي النتائج التالية:

اختبار التيار المستمر	اختبار الدائرة المفتوحة	اختبار الدائرة المقصورة
VDC = 19 V	VL= 127 V	VL = 39.3 V
IDC = 2. A	IL = 7.53 A	IL= 34.64 A
	P = 179 W	P= 1265 W

احسب مكونات الدائرة المكافئة إذا كان $X_1 = X_2'$

الحل:

أولاً: من اختبار التيار المستمر

في حالة اختبار التيار المستمر توصل الملفات على شكل نجمة وتحسب قيمة R1 من المعادلة (١-١٦) كما يلي:

$$R_1 = \frac{V_{DC}}{2I_{DC}} = \frac{19}{2\times 20} = 0.475 \quad \Omega$$

ثانياً: من نتائج اختبار الدائرة المفتوحة (عدم الحمل) نستطيع حساب قيم RC,Xm كما يلي:

بما أن ملفات المحرك موصلة على شكل دلتا

إذن: V1 = VL = 127 V

$$I_o = \frac{I_L}{\sqrt{3}} = \frac{7.53}{\sqrt{3}} = 4.347 \quad A$$

باستخدام المعادلات من (١-٩) إلى (١-١٢) نجري الحسابات التالية:

$$Cos\theta = \frac{P}{3V_1 I_o} = \frac{179}{3\times 127\times 4.347} = 0.108$$

$$\theta = Cos^{-1}(0.108) = 83.8^o$$

$$R_c = \frac{V_1}{I_o Cos\theta} = \frac{127}{4.347\times 0.108} = 270.78 \quad \Omega$$

$$X_m = \frac{V_1}{I_o Sin\theta} = \frac{127}{4.347 Sin(83.8)} = 29.435 \quad \Omega$$

ثالثاً: من نتائج اختبار الدائرة المقصورة (عدم الحركة) نستطيع حساب قيمة Req, Xeq كما يلي:

بما أن ملفات المحرك موصلة على شكل دلتا

إذن:

V1 = VL = 39.3 V

$$I_1 = \frac{I_L}{\sqrt{3}} = \frac{34.64}{\sqrt{3}} = 20 \quad A$$

باستخدام المعادلات من (١٣-١) إلى (١٥-١) نجري الحسابات التالية:

$$R_{eq} = \frac{P}{3I_2'^2} = \frac{1265}{3\times 20^2} = 1.054 \quad \Omega$$

$$Z_{eq} = \frac{V_1}{I_1} = \frac{39.3}{20} = 1.965 \quad \Omega$$

$$X_{eq} = \sqrt{Z_{eq}^2 - R_{eq}^2}$$

$$= \sqrt{(1.965)^2 - (1.054)^2} = 1.658 \quad \Omega$$

بما أن:

$$R_{eq} = R_1 + R_2'$$

$$R_1 = 0.475 \quad \Omega$$

إذن:

$$R_2' = R_{eq} - R_1 = 1.054 - 0.475 = 0.579 \quad \Omega$$

بما أن:

$$X_1 = X_2'$$

$$X_{eq} = X_1 + X_2'$$

إذن:

$$X_1 = X_2' = \frac{X_{eq}}{2} = \frac{1.658}{2} = 0.829 \quad \Omega$$

لوحة بيانات المحرك Nameplate

١- نوع المعدة محرك ثلاثي الوجه

٢- رقم أمر التشغيل

٣- الرقم التسلسلي للمحرك

٤- نوع التصميم

٥- درجة حماية اختراق

٦-الجهد المقنن للمحرك وطريقة التوصيل بال فولت

٧-التردد الذي يعمل عليه المحرك بال هرتز

٨-التيار المقنن بالأمبير

٩-القدرة الخارجة من المحرك

١٠ -معامل القدرة

١١ -الكفاءة

١٣ – مدى الجهد الآمن لتشغيل المحرك بال فولت

١٥ – وزن المحرك بالكيلوجرام

١٢ – السرعة المقننة باللفة/دقيقة

١٤ – مدى أقصى تيار يتحمله المحرك بالأمبير

١٧ – أقصى درجة حرارة تتحملها الملفات

١٦ – أنظمة ومقاييس

١٨ – أبعاد المحرك

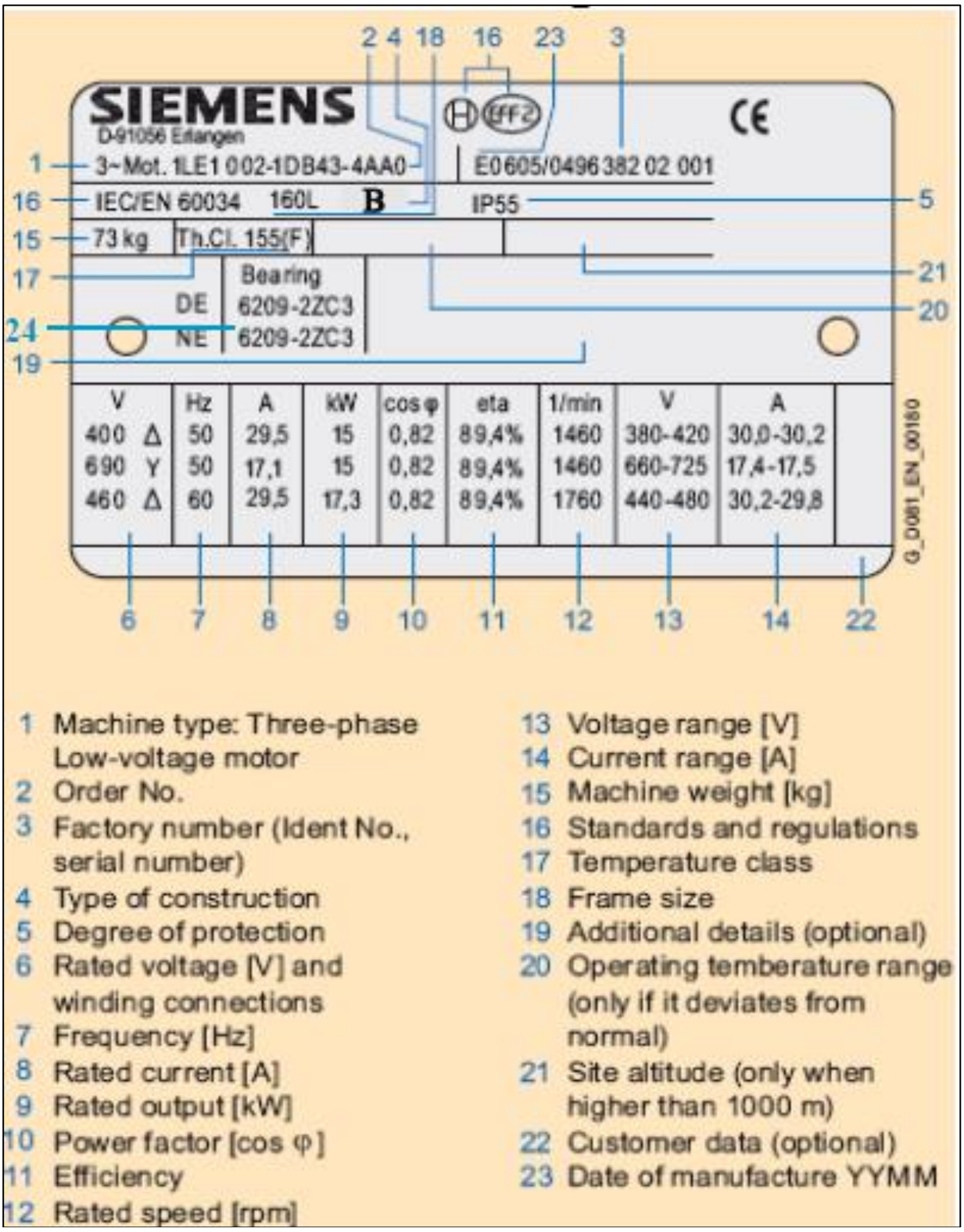
٢٣ – تاريخ التصنيع

٢٠ – مدى درجة حرارة التشغيل للمحرك فقط عند انحرافه عن الطبيعي

٢٢ – بيانات العميل اختيارية

٢٣ – تاريخ التصنيع

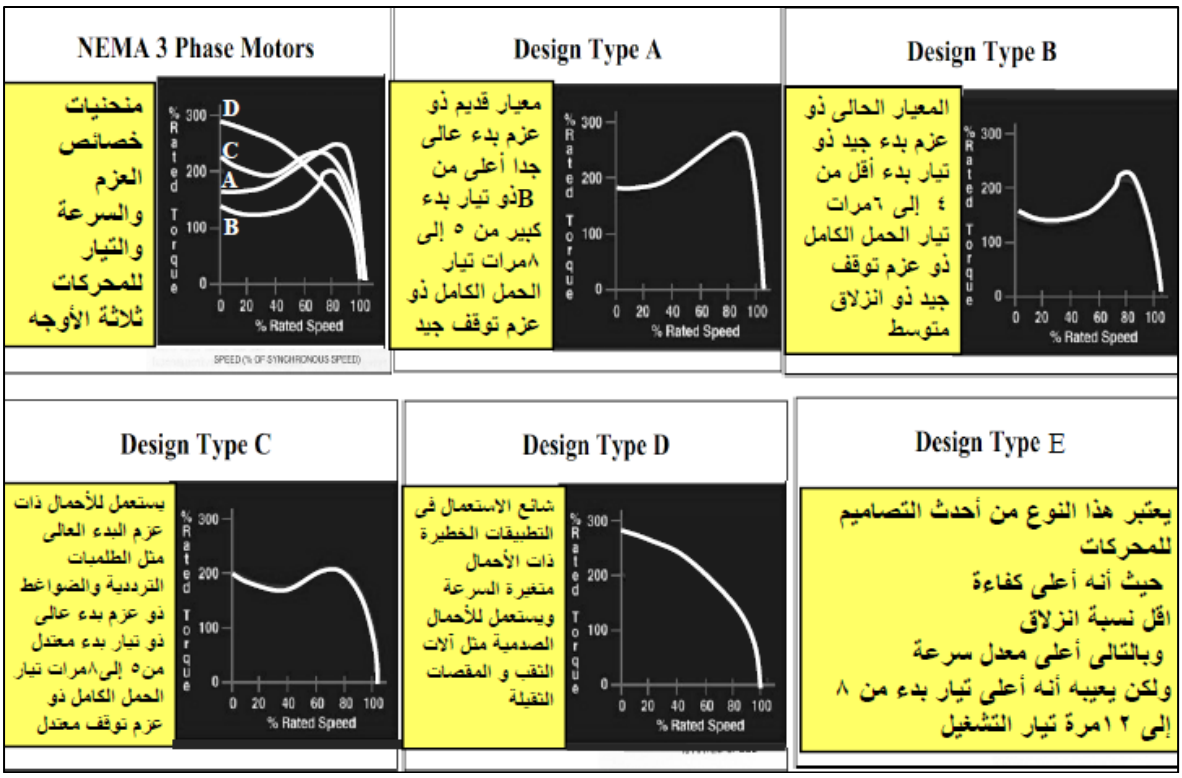
٢٤ – رقم بلى المحرك



1 Machine type: Three-phase Low-voltage motor
2 Order No.
3 Factory number (Ident No., serial number)
4 Type of construction
5 Degree of protection
6 Rated voltage [V] and winding connections
7 Frequency [Hz]
8 Rated current [A]
9 Rated output [kW]
10 Power factor [cos φ]
11 Efficiency
12 Rated speed [rpm]
13 Voltage range [V]
14 Current range [A]
15 Machine weight [kg]
16 Standards and regulations
17 Temperature class
18 Frame size
19 Additional details (optional)
20 Operating temberature range (only if it deviates from normal)
21 Site altitude (only when higher than 1000 m)
22 Customer data (optional)
23 Date of manufacture YYMM

معايير أو درجات تصميم خصائص المحرك

NEMA Motor Characteristics



جدول درجات تصميم خصائص المحرك

جدول درجات تصميم خصائص المحرك
NEMA Motor Characteristics

Design	Locked Rotor Torque % FL	Pull-up Torque % FL	Breakdown Torque % FL	Locked Rotor Current % FL	%Slip الأنزلاق	Efficiency الكفاءة	المميزات والأستخدام
A	Normal 70-275	Normal 65-190	Normal 175-300	Med-High 700-800	0.5-5	Med-High	يستعمل فى تطبيقات عديدة مثل المراوح البلور الطلمبات معظم الماكينات
B	Normal 70-275	Normal 65-190	Normal. 175-300	LOW 600-700	0.5-5	Med-High	الأكثر شيوعا ذو عزم معتدل يستعمل للمراوح والطلمبات والضواغط ومعظم الأحمال الثابتة
C	High 200-285	140-195	190-225	LOW 600-700	1-5	Med	يستعمل للاحمال التى تستدعى عزم بدء عالى مع ثبات الحمل
D	(V)High 275-UP	NA	275	LOW 600-700	5-8	Low	يستعمل للاحمال التى تستدعى عزم بدء عالى جدا ومتغيرة الحمل
E	74-190	60-140	160-200	High 600-700	0.5-3	High	

درجة حماية اختراق المحرك

Ingress Protection (IP)

	الرقم الأول الحماية ضد الأجسام الصلبة
IP	التفصيل
0	بدون حماية
1	تعنى الحماية ضد دخول اجسام غريبة ذات قطر اكبر من ٥٠ مم
2	تعنى الحماية ضد دخول اجسام غريبة ذات قطر اكبر من ١٢ مم
3	تعنى الحماية ضد دخول اجسام غريبة ذات قطر اكبر من ٢,٥ مم
4	تعنى الحماية ضد دخول اجسام غريبة ذات قطر اكبر من ١ مم
5	تعنى الحماية ضد دخول الاتربة
6	تعنى الحماية الكاملة ضد اى اتربة او اجسام غريبة

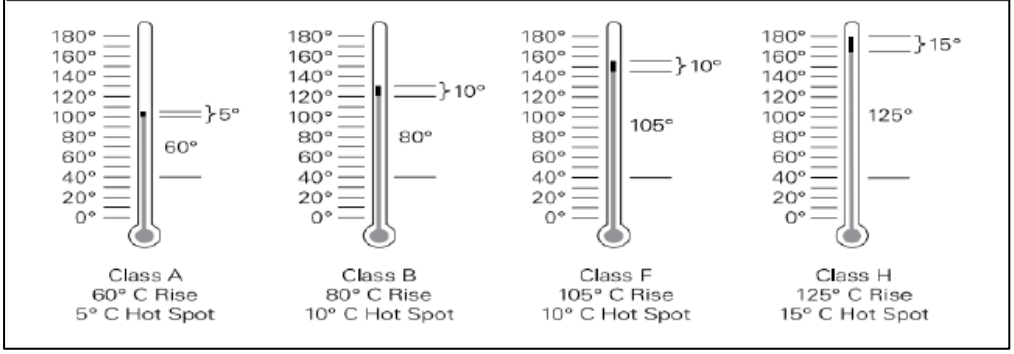
IP 55

	الرقم الثانى الحماية ضد الأجسام السائلة
IP	التفصيل
0	بدون حماية
1	تعنى ان المحرك يتحمل نقاط الماء التى تسقط راسيا
2	تعنى ان المحرك يتحمل نقاط الماء التى تسقط راسيا او مائلة بزاوية حتى ١٥ درجة
3	تعنى ان المحرك يتحمل نقاط الماء التى تسقط راسيا او مائلة بزاوية حتى ٦٠درجة
4	تعنى ان المحرك يتحمل نقاط المياه التى ترش عليه من اى اتجاه
5	تعنى أن المحرك محمى ضد التدفق الجبرى للمياه من كل الاتجاهات
6	تعنى أن المحرك محمى ضد التدفق الجبرى القوى للمياه من كل الاتجاهات
7	تعنى أن المحرك يتحمل الغمر فى المياه حتى ضغط محدود
8	تعنى ان المحرك يتحمل ان يغمر فى الماء حتى ضغط معين يحدده الصانع

درجات المواد العازلة وخواصها

Insulation Class

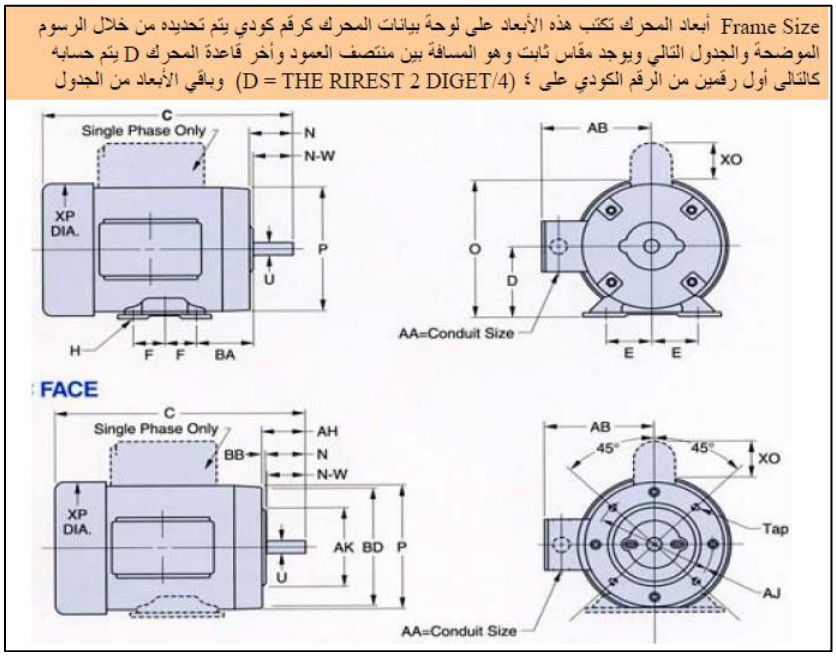
نوع المادة	اقصى درجة حرارة	المواد العازلة
Y	90	الياف طبيعية. قطن. حرير .ورق
A	105	الياف طبيعية. ورنيش .اوراق معزولة بورنيش
E	120	بولى اتلين - قطن
B	130	صوف زجاجى- اسبستوس- ميكا
F	155	مركب صوف زجاجى- اسبستوس - ميكا
H	180	سليكون - اسبستوس
G	BIGER THAN 180	صينى – خزف – زجاج



ابعاد المحرك القياسية

Motor Frame Dimensions

Frame Size أبعاد المحرك تكتب هذه الأبعاد على لوحة بيانات المحرك كرقم كودي يتم تحديده من خلال الرسوم الموضحة والجدول التالي ويوجد مقاس ثابت وهو المسافة بين منتصف العمود وأخر قاعدة المحرك D يتم حسابه كالتالى أول رقمين من الرقم الكودي على ٤ (D = THE RIREST 2 DIGET/4) وباقي الأبعاد من الجدول



جدول ابعاد المحرك القياسية

Motor Frame Dimensions

NEMA Frame Sizes	D	E	F	H	N	O	P	U	N-W	AA	AB	AH	AJ	AK	BA	BB	BD	XO	XP	TAP ***	KEY
42	2 5/8	1 3/4	27/32	9/32 Slot	1 1/4	5 1/16	4 7/8	3/8	1 1/8	3/8	4 1/2	1 5/16	3 3/4	3	2 1/16	1/8	4 7/8	1 5/8	5 1/8	7309	3/64 Flat
48	3	2 1/8	1 3/8	11/32 Slot	1 9/16	5 13/16	5 19/32	1/2	1 1/2	1/2	4 7/8	1 11/16	3 3/4	3	2 1/2	1/8	5	2 1/4	5 7/8	7309	3/64 Flat
S56 56	3 1/2	2 7/16	1 1/2	11/32 Slot	1 15/16	6 5/16 6 13/16	5 19/32 6 19/32	5/8	1 7/8	1/2	4 7/8 5 5/16	2 1/16	5 7/8	4 1/2	2 3/4	1/8	6 1/2	2 1/4	5 7/8 7 5/32	5912	3/16
143T 145T	3 1/2	2 3/4	2 2 1/2	11/32	2 3/8	6 13/16	6 19/32	7/8	2 1/4	3/4	5 5/16	2 1/8	5 7/8	4 1/2	*2 1/4	1/8	6 1/2	2 1/4	7 5/32	5912	3/16
182T 184T	4 1/2	3 3/4	2 1/4 2 3/4	13/32	2 7/8	8 3/4	8 15/32	1 1/8	2 3/4	3/4	6 3/8	2 5/8	7 1/4	8 1/2	*2 3/4	1/4	8 7/8	2 1/4	9 3/32	4751	5/16
S213T 213T 215T	5 1/4	4 1/4	2 3/4 2 3/4 3 1/2	13/32	3 1/2 —	9 15/16 10 11/16	8 15/32 10 13/16	1 3/8	3 3/8	3/4 1	6 3/8 8 5/16	3 1/8	7 1/4	8 1/2	*3 1/2	1/4	8 7/8 9	2 1/4	9 3/32 11 3/32	4751	5/16
254T 256T	6 1/4	5	4 1/8 5	17/32	—	12 15/16	13 1/4	1 5/8	4	1 1/4	11 5/8	3 3/4	7 1/4	8 1/2	*4 1/4	1/4	9 5/8	—	12 7/8	4751	3/8
284TS 284T 286TS 286T	7	5 1/2	4 3/4 5 1/2	17/32	—	14 1/2	14 3/4	1 5/8 1 7/8 1 5/8 1 7/8	3 1/4 4 5/8 3 1/4 4 5/8	1 1/2	11 3/4	3 4 3/8 3 4 3/8	9	10 1/2	4 3/4	1/4	11	—	14 1/2	1/2 13	3/8 1/2 3/8 1/2
324TS 324T 326TS 326T	8	6 1/4	5 1/4 6	21/32	—	15 3/4	15 3/4	1 7/8 2 1/8 1 7/8 2 1/8	3 3/4 5 1/4 3 3/4 5 1/4	2	13 1/2	3 1/2 5 3 1/2 5	11	12 1/2	5 1/4	1/4	13 3/8	—	15 3/4	5/8 11	1/2
364TS 364T 365TS 365T	9	7	5 5/8 6 1/8	21/32	—	17 13/16	17 3/8	1 7/8 2 3/8 1 7/8 2 3/8	3 3/4 5 7/8 3 3/4 5 7/8	3	15 7/16	3 1/2 5 5/8 3 1/2 5 5/8	11	12 1/2	5 7/8	1/4	14	—	17/3/4	5/8 11	1/2 5/8 1/2 5/8
404TS 404T 405TS 405T	10	8	6 1/8 6 7/8	13/16	—	19 5/16	19 1/8	2 1/8 2 7/8 2 1/8 2 7/8	4 1/4 7 1/4 4 1/4 7 1/4	3	16 5/16	4 7 4 7	11	12 1/2	6 5/8	1/4	15 1/2	—	19 3/8	5/8 11	1/2 3/4 1/2 3/4
444TS 444T 445T 447TZ	11	9	7 1/4 7 1/4 8 1/4 10	13/16	—	22 1/4	22	2 3/8 3 3/8	4 3/4 8 1/2 8 1/2 10 1/8	3	21 11/16	8 1/4	14	16	7 1/2	1/4	18	—	19 3/8	5/8 11	5/8 7/8 7/8 7/8

رولمان البلى

Bearing

رولمان البلى من الأجزاء الاساسية بالمحرك وهو محور ارتكاز العضو الدائر الذي يسمح له بحرية الحركة دون الاحتكاك بمجاري العضو الثابت لوجود الثغرة الهوائية ويتركب رولمان

البلى من الإطار الحلقي الخارجي والإطار الحلقي الداخلي وبينهما عنصر الدوران (البلى) وقفص البلى والغطاء أو مانع التسريب وتتلخص انواع البلى كما هو موضح بالشكل

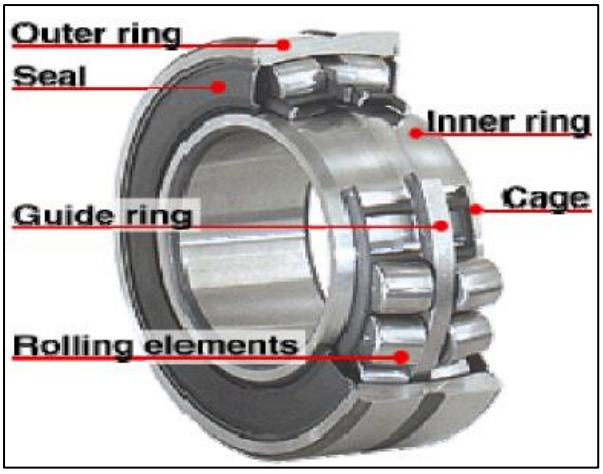
١-البلى الكرات

٢-البلى الأسطواني

٣-البلى الإبري

٤-البلى المخروطي الناقص

٥-البلى الكروي

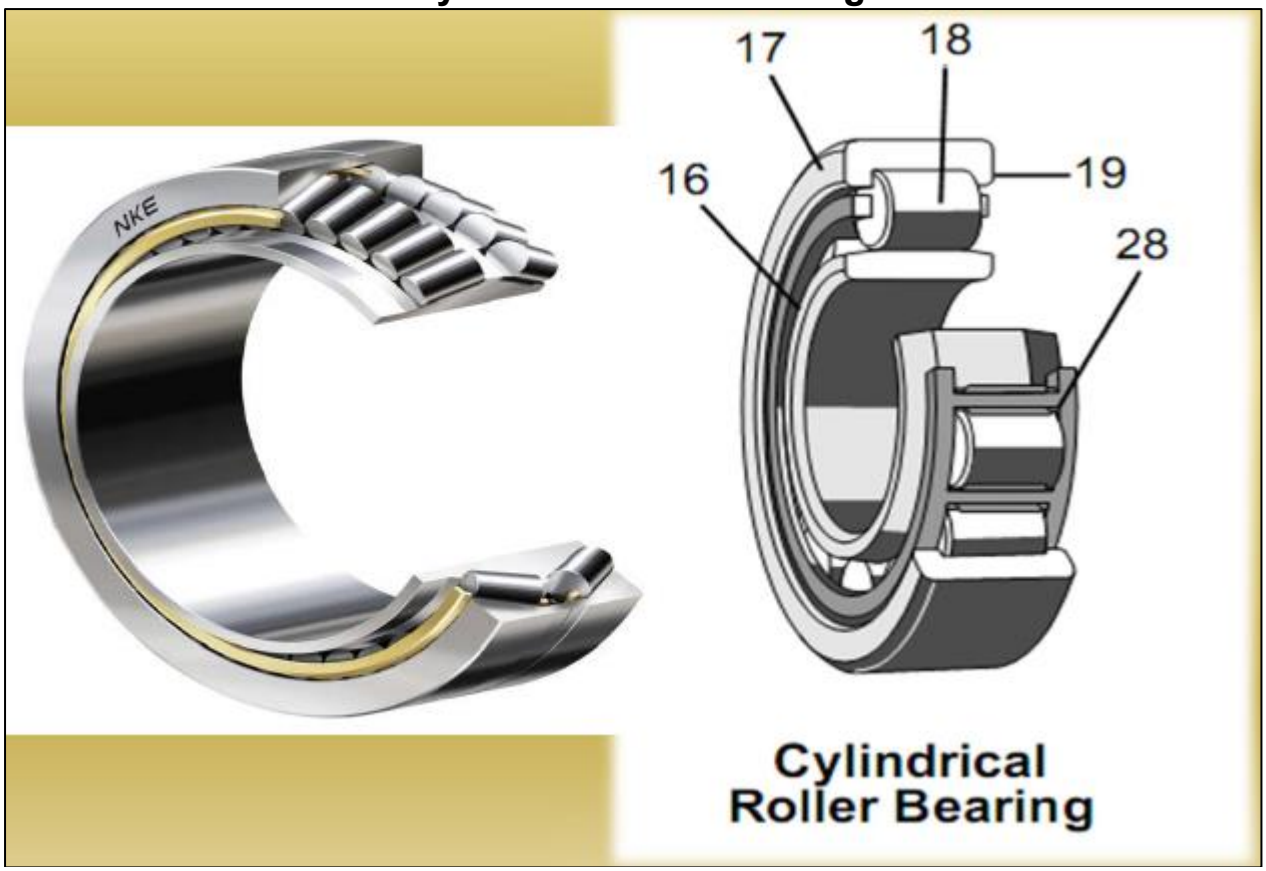


شكل يوضح تركيب البلية

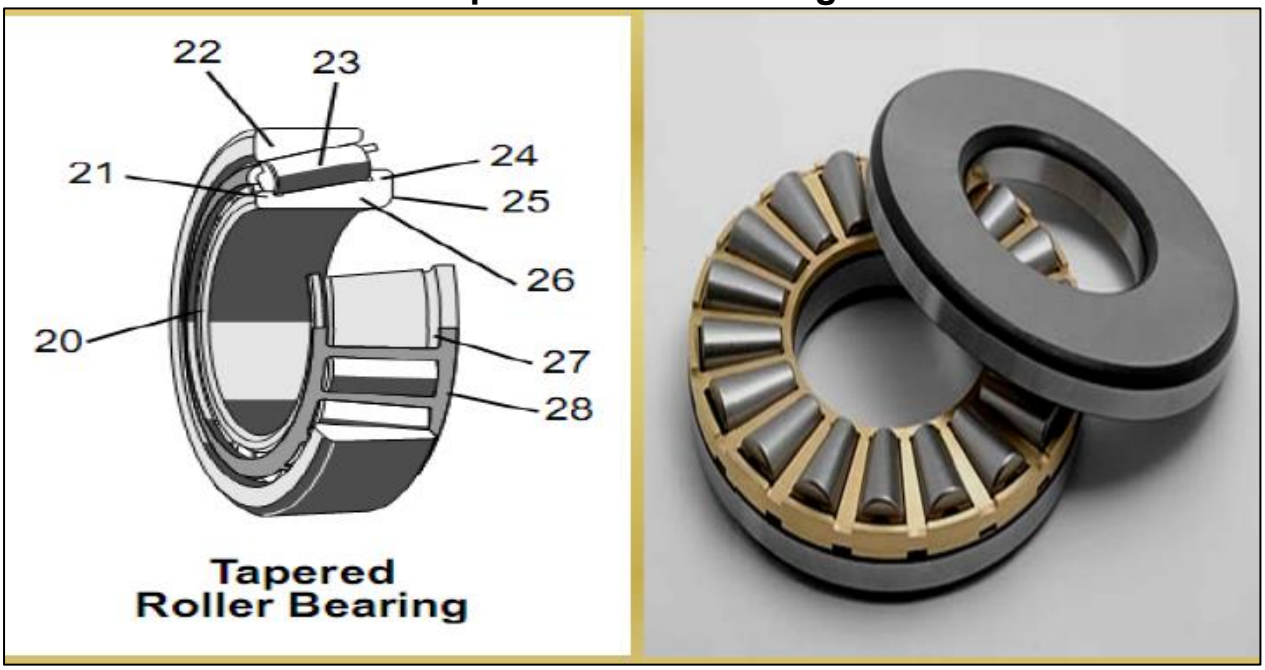
البلى الكرات

Deep Groove Ball Bearing

البلى الأسطواني
Cylindrical Roller Bearing

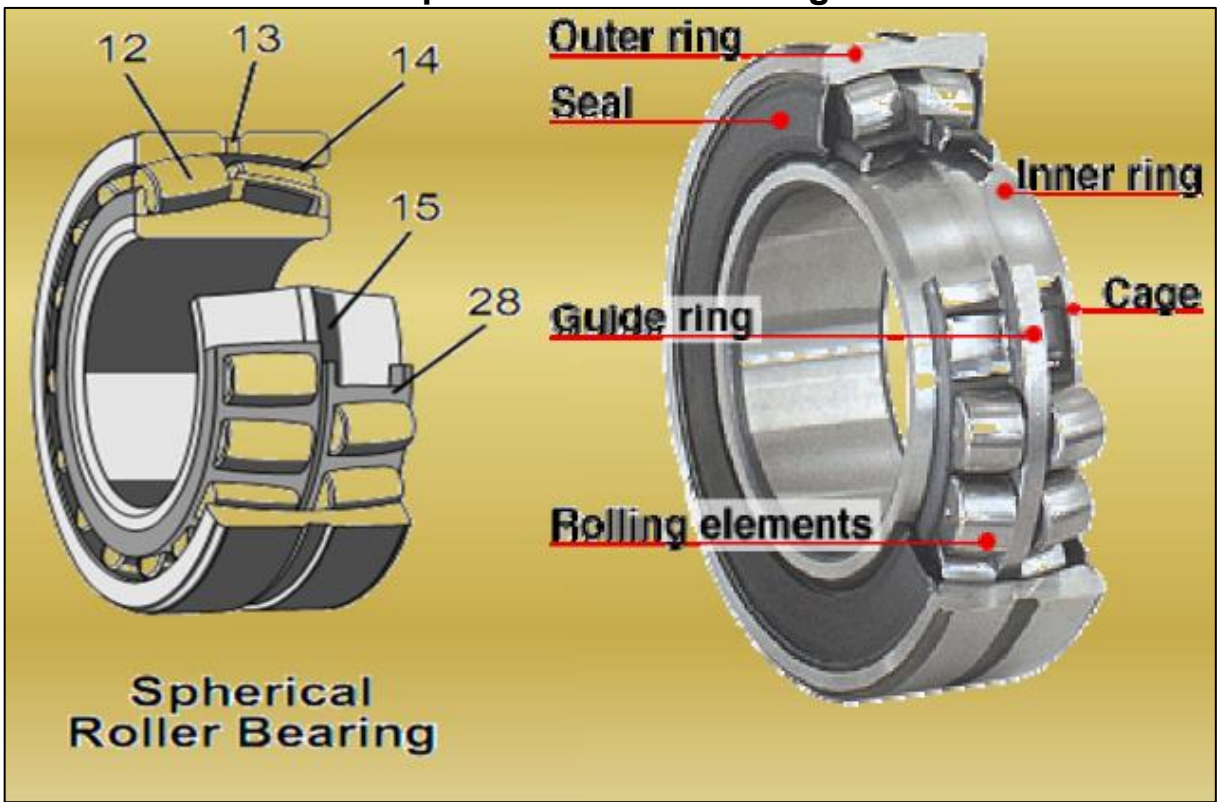


البلى المخروطي الناقص
Tapered Roller Bearing



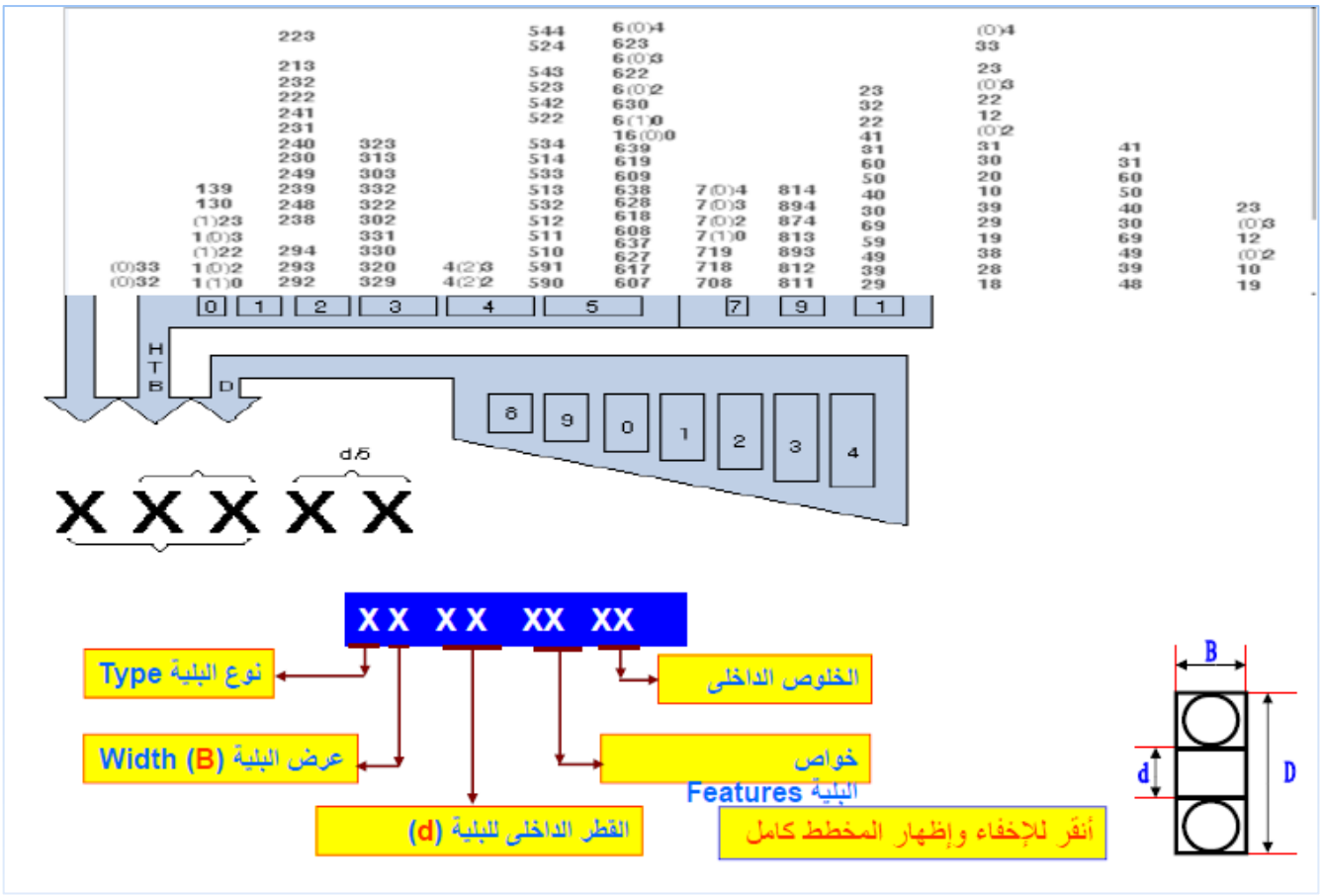
البلى الإبري
Needle Roller Bearing

البلى الكروي
Spherical Roller Bearing

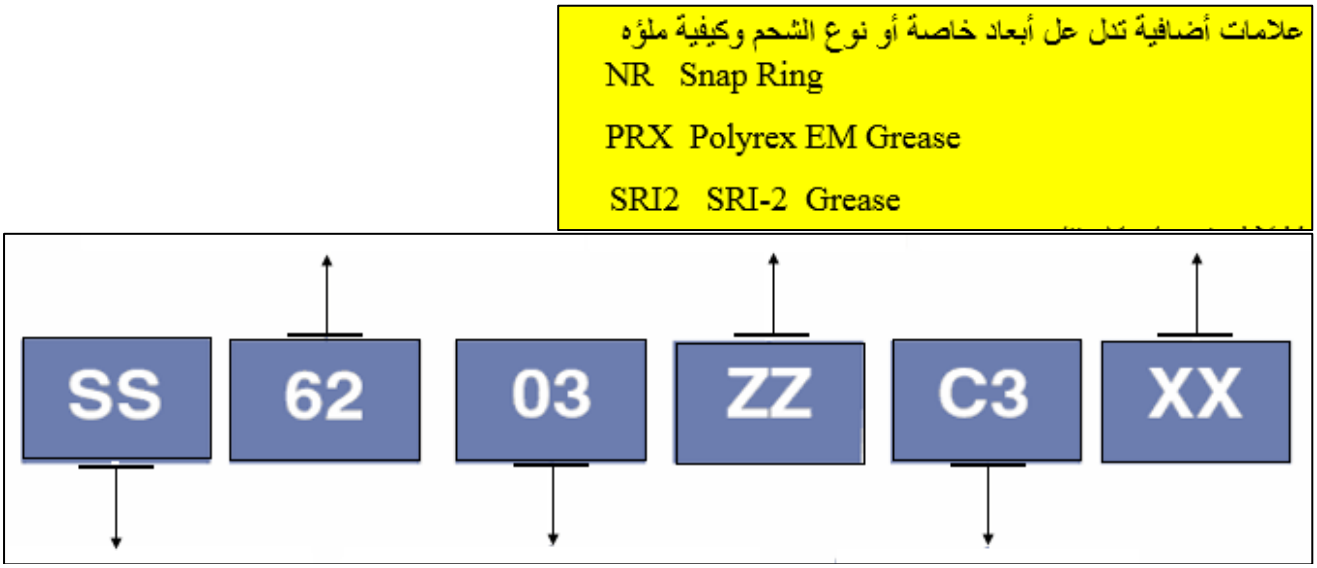


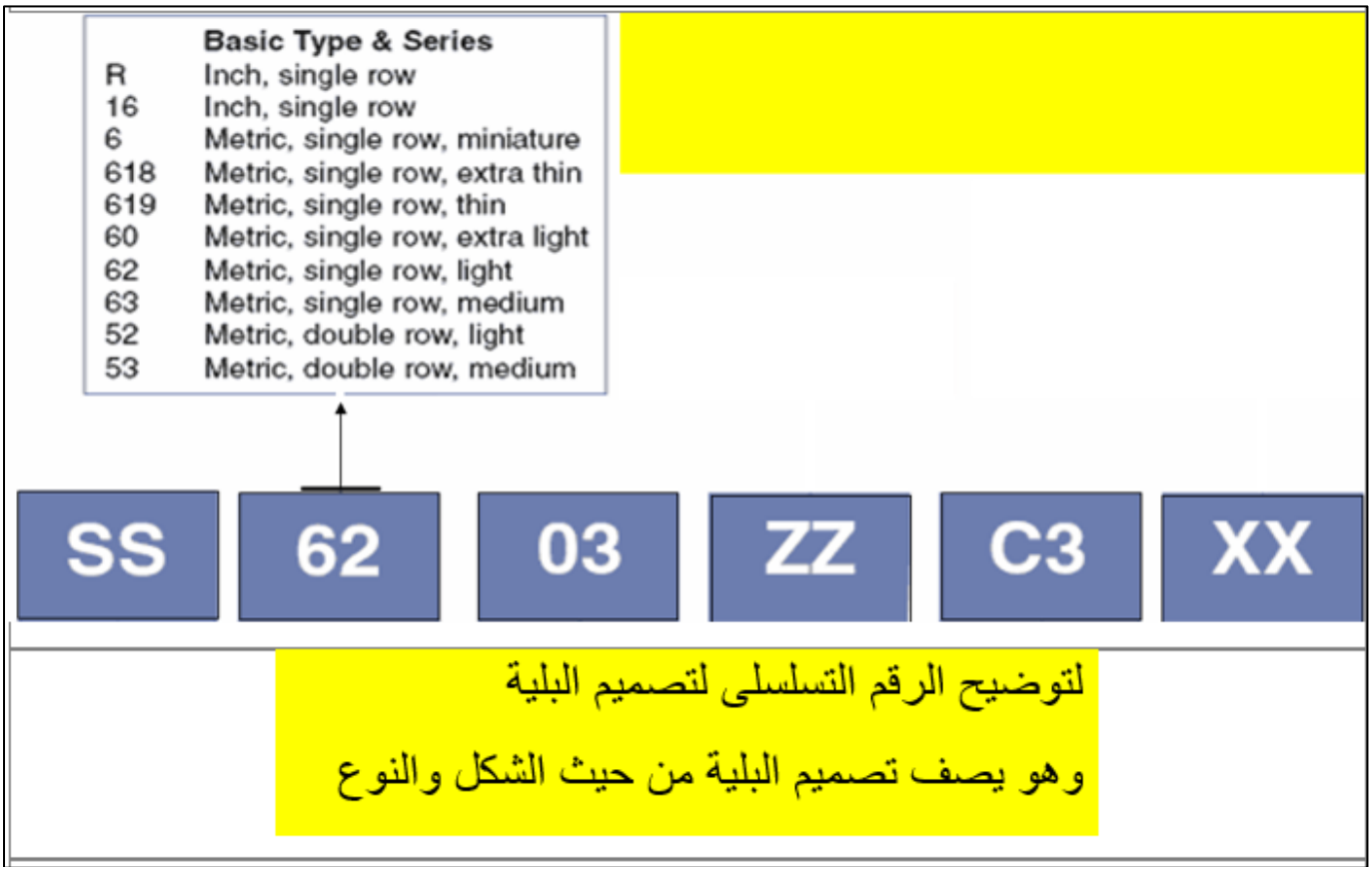
البلى وكيفية قراءة أرقامه

Bearing Type



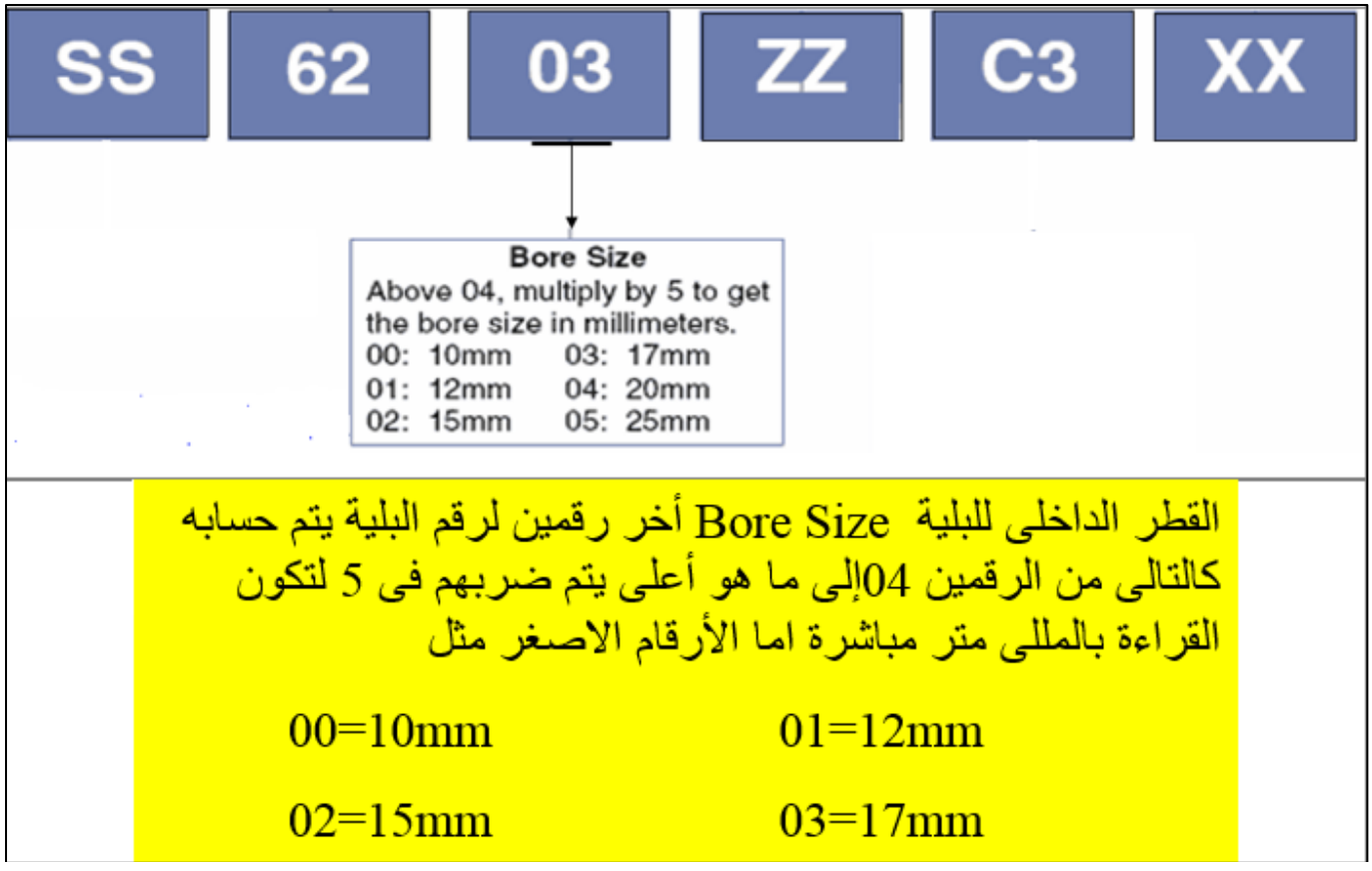
مثال لقراءة رقم البلية





لتوضيح الرقم التسلسلى لتصميم البلية

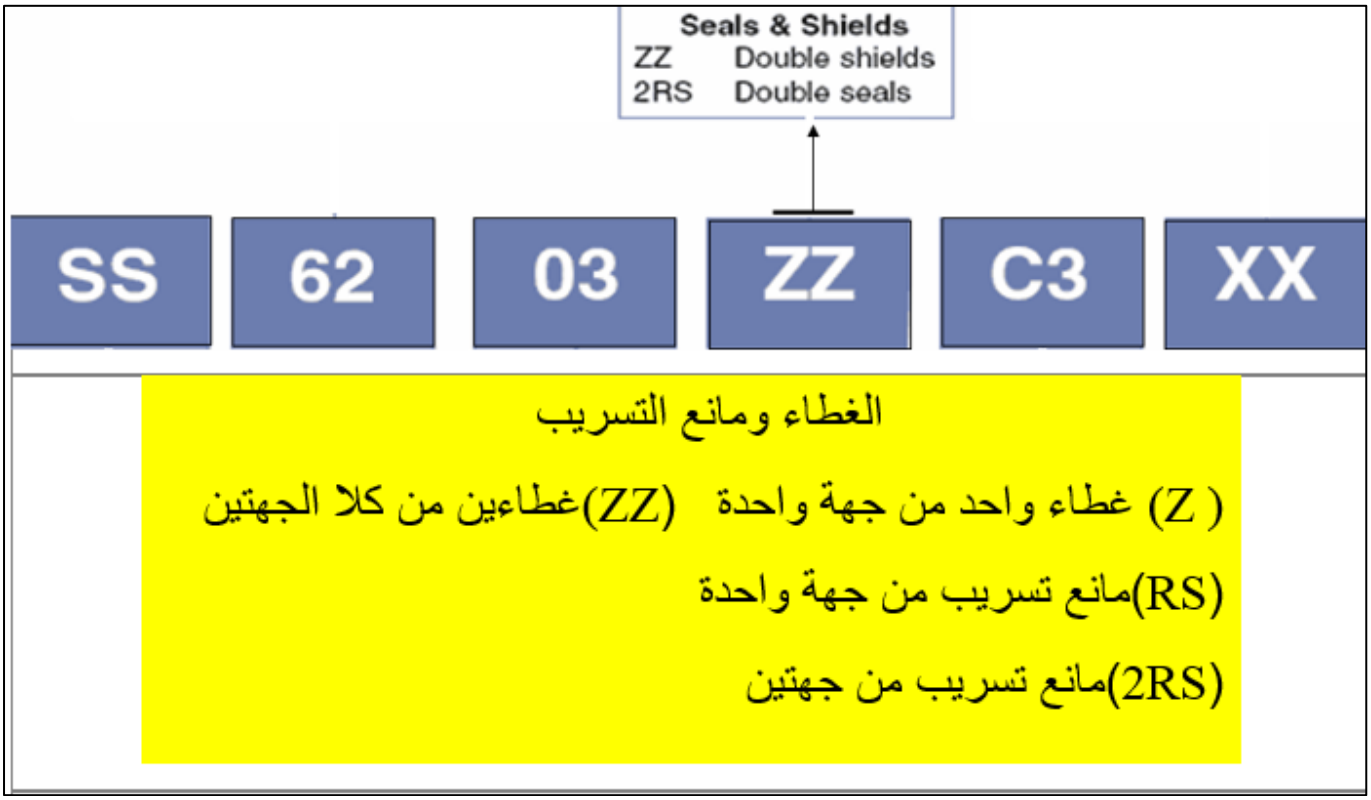
وهو يصف تصميم البلية من حيث الشكل والنوع



القطر الداخلى للبلية Bore Size أخر رقمين لرقم البلية يتم حسابه كالتالى من الرقمين 04إلى ما هو أعلى يتم ضربهم فى 5 لتكون القراءة بالمللى متر مباشرة اما الأرقام الاصغر مثل

00=10mm 01=12mm

02=15mm 03=17mm

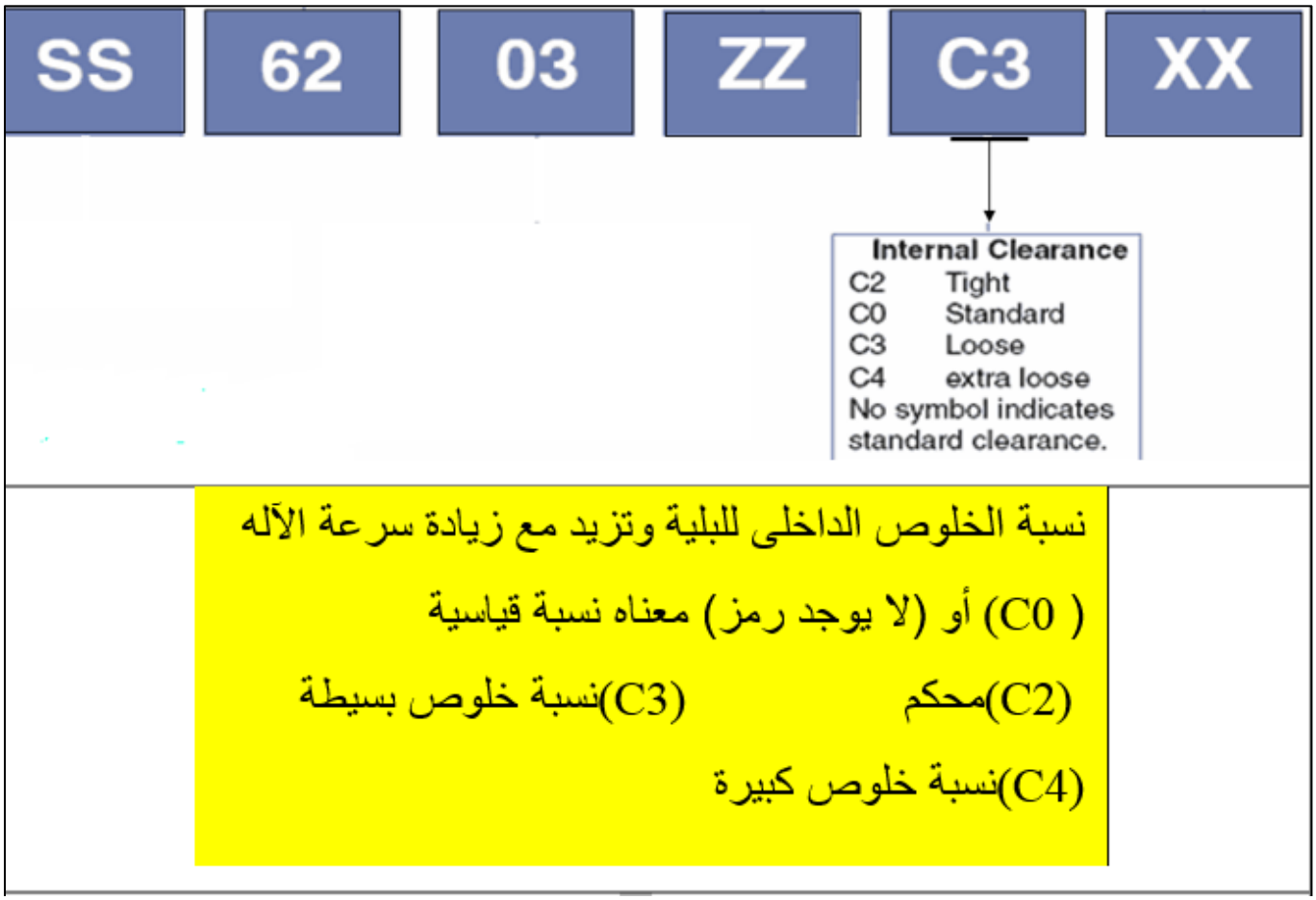


الغطاء ومانع التسريب

(Z) غطاء واحد من جهة واحدة (ZZ)غطاءين من كلا الجهتين

(RS)مانع تسريب من جهة واحدة

(2RS)مانع تسريب من جهتين

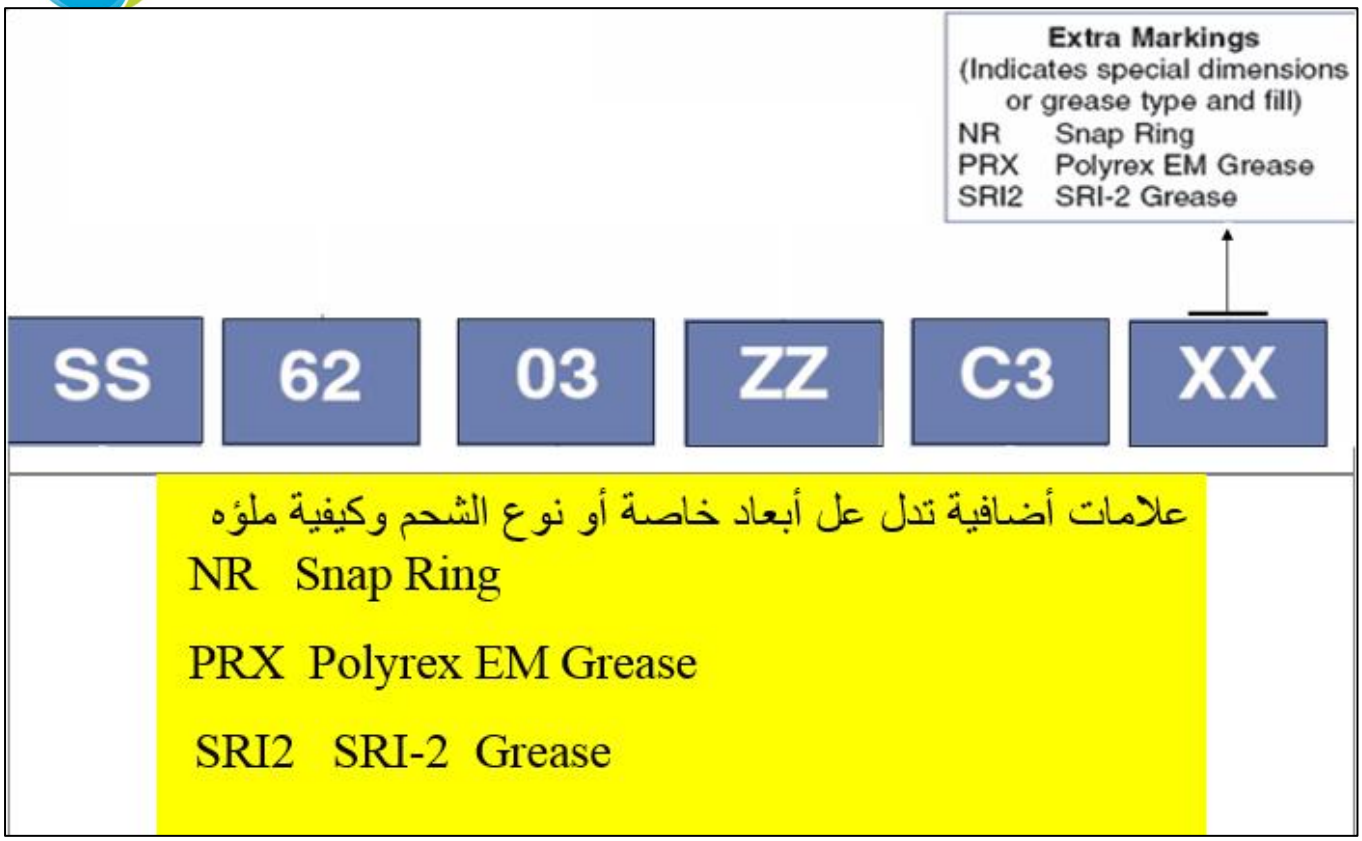


نسبة الخلوص الداخلى للبلية وتزيد مع زيادة سرعة الآله

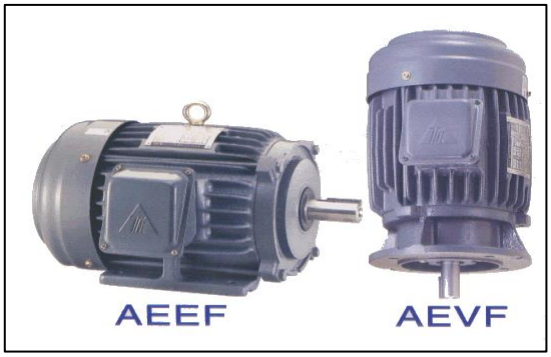
(C0) أو (لا يوجد رمز) معناه نسبة قياسية

(C2)محكم (C3)نسبة خلوص بسيطة

(C4)نسبة خلوص كبيرة



طريقة التخزين للمحركات والبلى



اولا: عند تخزين المحركات يراعى أن تكون

١-بعيده عن الأحماض والقلويات والأملاح ودرجات الرطوبة العالية والسوائل بأنواعها والأماكن المليئة بالأبخرة أو الأتربة وأن تكون درجة الحرارة لغرفة التخزين من (٦-٢٥) ودرجة الرطوبة (٦٥%).

٢-ويراعى عدم التخزين لفترات وسنوات طويلة حتى لا يقل من مقاومة العزل.

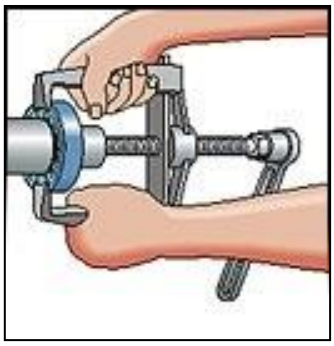
٣-وعند استعمال المحرك بعد فترة كبيرة يراعى تغير الشحم القديم والتأكد من مقاومة العزل.

ثانيا: تخزين البلى يراعى أن تكون:

١-نفس الظروف التي تمت لتخزين المحرك وعلى أن يتم تخزين الـ (package) بكل (bearing) أفقى وكل حجم يوضع فوق بعضه البعض

عمليه خروج البلي
Bearing Dismounting

هناك خمسة طرق لعملية خروج الرولمان بلي (Bearing)



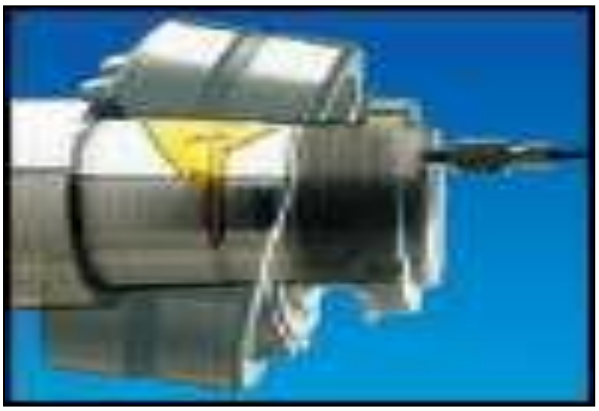
١-الطريقة الميكانيكية:

إذا كان مقاس عمود ال(rotor) صغير نستخدم الزرجينه بمقاساتها المختلفة

٢-استخدام (Induction Heater):

وهو يكون بمقاسات تناسب مقاس الرولمان بلي

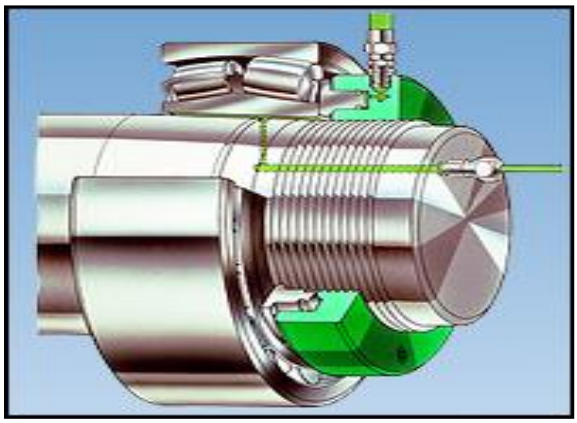
٣--الطريقة الحرارية:



وذلك بتوصيل حلقة مثقوبة على الدائر حول ال bearing والتوصيل بخرطوم غاز الاشتعال وتسليط الحرارة على أجزاء bearing بحيث يكون التوزيع منتظم.

٤-باستخدام (Hydraulic)

وذلك باستخدام الأجهزة اللازمة بما يتناسب مع كل حجم من إحجام ال (bearing) مع الأخذ في الاعتبار عند بداية خروج أى (bearing) يتم التأكد من فك كبس ما قبل (bearing) إن وجد أو صامولة الزنق المشرشرة إن وجدت



٥-باستخدام (clamp)

وهى طريقة حديثة عبارة عن (clamp) يتم وضعة داخل العمود (shaft) وبالمقاس المناسب ويتم عمل (clam) على (inner ring) ثم خروج ال (bearing) بسهولة

وبعد التأكد من الظواهر التى تؤكد تلف ال(bearing) المراد على السطح الخارجى الـ (outer ring) أو وجود شرخ بالبلى او يكون هناك اثار بقع على البلى.

أو أن يكون البلى غير محكم او مثبت على (rotor*Shaft)

او ان يكون هناك عدم احكام فى دخول (bearing) مع (housing) غطاء المحرك

اكتب في بحث مختصر عن رولمان البلى (انواعه – طريقة قرائته – طرق تركيب البلى – طرق نزع البلى – طرق تخزين البلى)

عملية دخول (شحط) البلى
Bearing Mounting

١. بعد التأكد من مقاس ال (bearing) الجديد مطابق للقديم وان كل البيانات سليمة.
٢. يتم التأكد من أن سطح إل (rotor shaft) ليس به اى خدوش أو أتربة ونظيفة تماما بقطعة قماش بالكيروسين او (WD4.) أيضا يتم تنظيف ال (bearing) داخل حوض الكيروسين ثم تجفيفه
٣. يتم أيضا تنظيف أغطيه المحرك الامامى والخلفي جيدا والتأكد من ان ال (housing) الخاص بمكان الـ (bearing) ثم تنظيفه جيدا وعدم وجود تأكل او خدوش تؤدى إلى وجود بوش (كبر فى الخلوص) بين الـ (outer ring) وسطح الـ (Housing) فعند وجود شك فى المقاس الموجود بالـ ((Housing يمكن قياسه باستخدام (inner & outer micrometer).

وبعد ذلك نجد أن هناك طرق للقيام بعملية الشحط (Mounting)

١–**الطريقة الأولى:** الميكانيكية
٢–**الطريقة الثانية:** باستخدام حمام زيت
٣–**الطريقة الثالثة:** باستخدام (Induction heater)
٤–**الطريقة الرابعة:** باستخدام (Hydraulic)

أولا: الطريقة الميكانيكية

وذلك بتجهيز ماسورة يتم الطرق عليها على ال (inner ring) ولا تكون محكمة على ال (shaft) وتكون مقفلة من الجهة الاخرى ويتم وضع ورق او خشب عازل بين ال (bearing) والماسورة قبل الطرق مباشر على الـ (bearing) وتعتبر هذه طريقه بدائية. وتستخدم الآن (fitting tools) بدلا من هذه طريقه.

ثانيا: باستخدام حمام زيت

وهي باستخدام حمام زيت وذلك بان يغمر الـ (bearing) فى هذا الحمام من الزيت النظيف جدا والذى تكون درجة الحرارة فيه للأحجام الكبيرة ٢.. درجة والإحجام المتوسطة ١٥. درجة والأحجام الصغيرة من ٨. درجة الى ٩. درجة ولابد من تعليق الـ (bearing) بعيدا عن أرضية هذا الحوض وذلك لضمان توزيع الحرارة.

ثالثا: باستخدام Induction Heater

وهي باستخدام (induction heater) وذلك بوضع ال (bearing) داخل (induction core) ولمدة من ٢ الى ٣ دقائق.

رابعا: باستخدام Hydraulic

وذلك باستخدام ال (hydraulic) والأجهزة المستخدمة مع هذه الماكينة والمصحوبة بمقاسات تناسب كل مقاس

التشحيم Greasing

يعتبر للتشحيم فوائد كثيرة من أهمها

التبريد–التليين–الحماية من (stuck)– إطاله عمر المحرك –عدم الوصول بالمعدة إلى مرحله الاهتزازات العالية–عدم وصول المعدة لدرجه عالية من السخونة

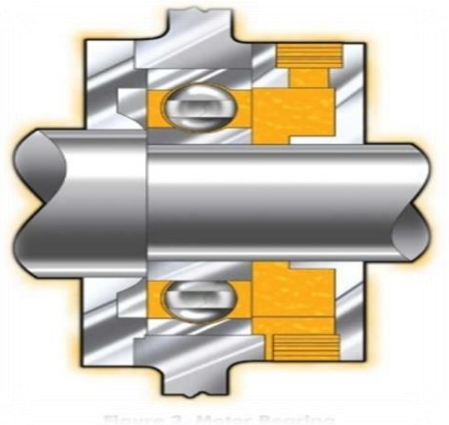
لذلك هناك نظام لعمليه التشحيم اما ان يكون

١–بعد عدد معين من الساعات.

٢–كل أسبوع ٣–كل شهر

٤–كل ٣ شهور أو ان يكون أكثر من ذلك

وهناك قانون لمعرفه الكمية المراد وضعها فى اى bearing



Quantity = D × B × X = Gram
D: out side diameter
B: width
X: re-lubrication factor (....5)

خطوات التشحيم

١- يتم تنظيف ال (nipple) والجزء المحيط به بقطعة قماش نظيفة.

٢- بعد التأكد من نوعيه الشحم وبعد معرفه الكمية المراد وضعها. يتم إضافة هذه الكمية أثناء دوران المحرك من بعد فتح بوابة الشحم حتى يتم إخراج الشحم الزائد.

٣- يتم أخذ قراءات درجة الحرارة من وقت إلى آخر آلى أن تستقر هذه الحرارة.

٤- تأكد من غلق بوابة الإخراج(drain) لعدم دخول أتربة.

الأضرار الناتجة عند استخدام كمية كبيرة أثناء التشحيم:

١-إهدار اموال

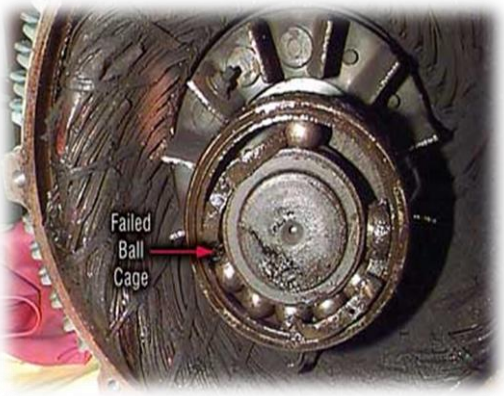
٢-إتلاف الحشو seal

٣-التسخين الزائد

٤-الإقلال من عمر الرولمان بلي bearing

٥- الإقلال من كفاءة المعدة

٦-دخول الكمية الزائدة على ملفات القلب الساكن stator



اكتب في بحث مختصر عن الشحم وانواعه المختلفة وطرق التشحيم وكيفية تحديد كمية الشحم

١-١-٢ ثانيا المحرك ذو القلب الملفوف

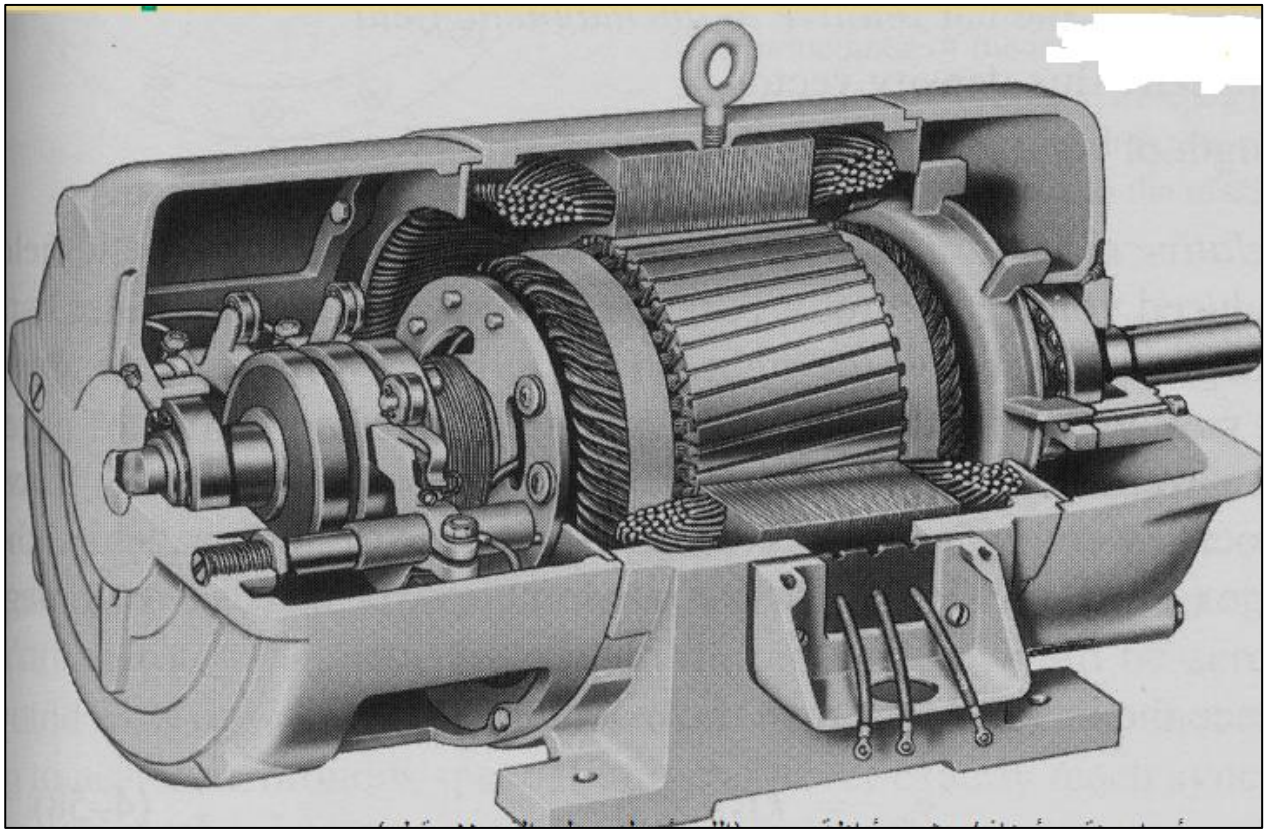
العضو الثابت

يتشابه تماما مع العضو الثابت لمحرك القفص السنجابي

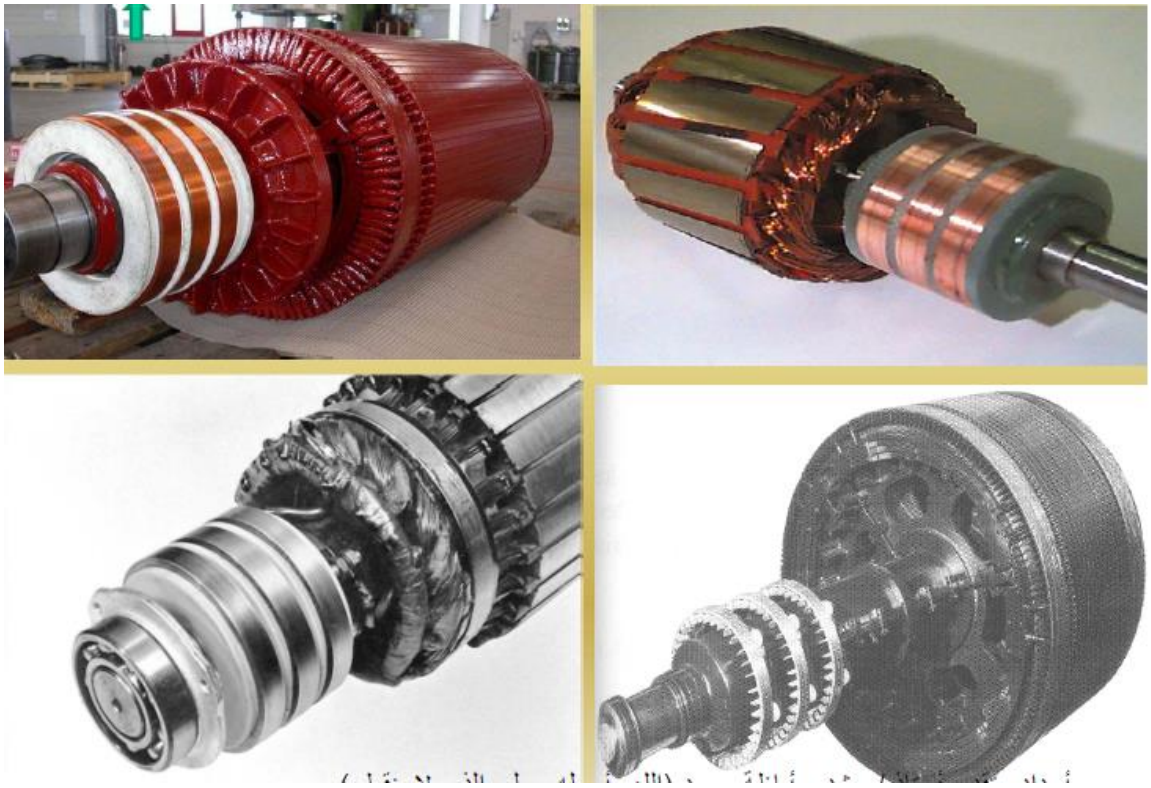
العضو الدوار

يختلف العضو الدوار عن العضو الدوار لمحرك القفص السنجابي حيث انه يتركب من مجموعة شرائح من رقائق الصلب السليكونى المشقوق على محيطها الخارجي مجموعة فتحات عند تجميع هذه الشرائح وضغطها تتكون مجاري يتم تقسيمها لعدد من الاقطاب بشرط أن يتساوى مع أقطاب العضو الثابت وتقسم المجاري تحت كل قطب إلى ثلاثة مجموعات كل مجموعة يوضع بها ملفات أحد الأوجه الثلاثة بحيث يكون بين كل ملفات وجه والأخر زاوية ١٢٠ درجة كهربية ويتم توصيل أطراف هذه المجموعات على شكل نجمة بحيث يقصر ثلاثة أطراف مع بعضها داخل العضو الدوار بينما يتم توصيل الثلاثة أطراف الاخرى إلى ثلاث حلقات انزلاق مركبة على عمود الإدارة الذى تم شحطة داخل مجموعة شرائح الصلب السليكونى ويتم توصيل مجموعة من المقاومات الخارجية من خلال الفرش الكربونية المتصلة بحلقات الانزلاق ويتم توصيل مجموعة من المقاومات الخارجية من خلال الفرش الكربونية المتصلة بحلقات الانزلاق للتحكم في تيار البدء وتنظيم سرعته.

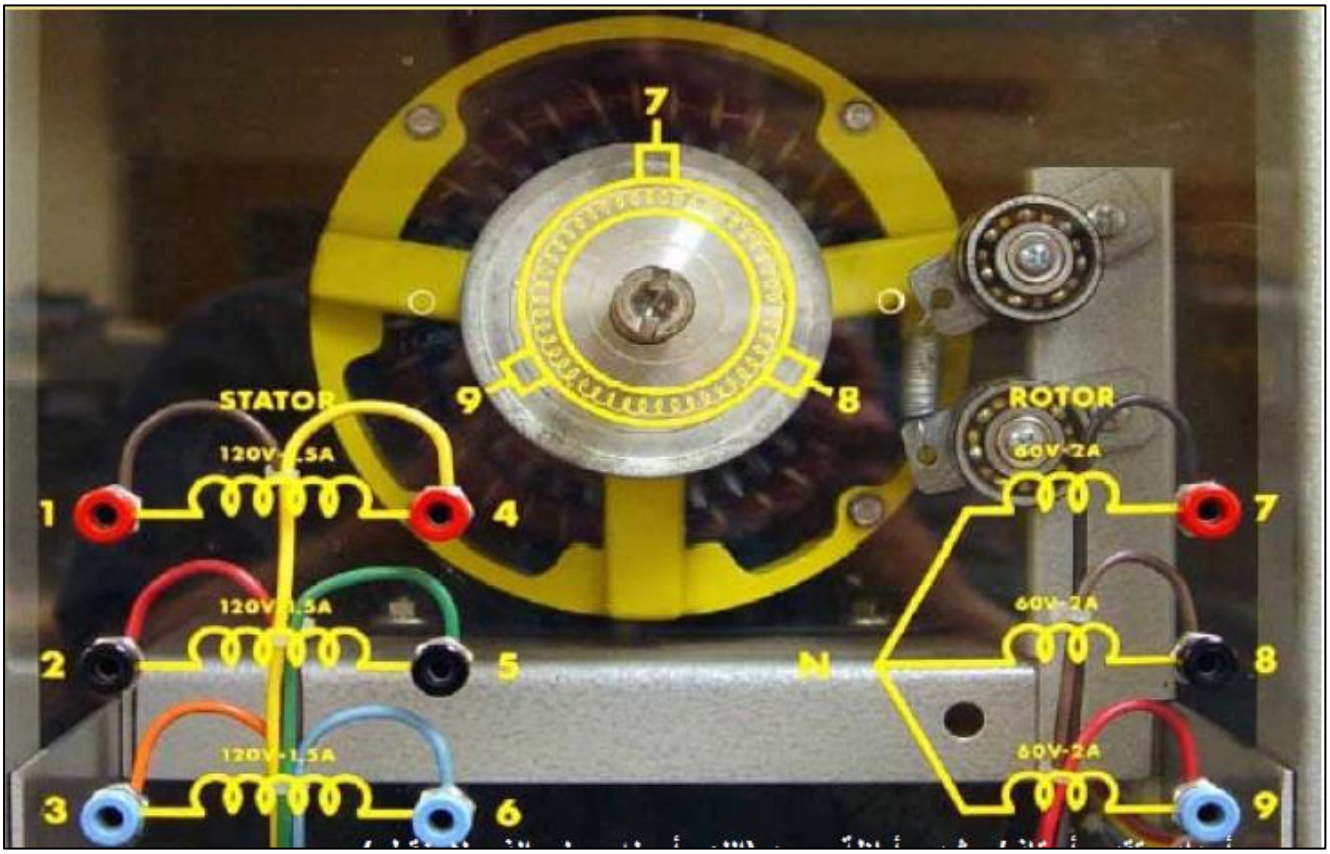
بعض الصور للمحرك ذو القلب الملفوف



المحرك ذو حلقات الانزلاق مع صندوق تغير مقاومات البدء



العضو الدائر الملفوف وحلقات الانزلاق



نموذج لمحرك ذو عضو ملفوف

نظرية دوران المحرك ذو حلقات الانزلاق

كما تم شرح المحرك ذو العضو الدوار نجد أنه يشترط أن يكون العضو الدوار ملفوف بحيث يتساوى عدد أقطابه مع عدد أقطاب العضو الثابت وبالتالي نجد انه عندما يقطع المجال الدوار داخل العضو الثابت والذي تم شرحه سابقا ملفات العضو الدائر يتولد بها قوة دافعة كهربية (قانون فاراداى) ولان هذه الملفات تكون مقصورة مع بعضها من خلال المقاومات أو بدونها في المحركات الصغيرة يمر تيار بهذه الملفات معاكس للتيار الأصلي المتسبب به (قاعدة لينز) وبالتالي ينتج عنه مجال مختلف عن المجال الأصلي فنجد ان الاقطاب الرئيسية بالعضو الثابت يقابلها اقطاب مختلفة في القطبية بالعضو الدائر وبالتالي يحدث التجاذب والتنافر بين هذه الاقطاب فينتج عن ذلك حركة العضو الدائر.

التحكم في بدء المحرك ذو العضو الملفوف

بعد توصيل مجموعة من المقاومات الخارجية التي غالباً ما تكون مغمورة بالزيت في المحركات الكبيرة من خلال الفرش الكربونية المتصلة بحلقات الانزلاق كما هو موضح بالشكل وكما نلاحظ ان قيمة المقاومات في البداية تكون موصلة لتعطى أعلى قيمة لها وبذلك.

تكون قيمة مقاومة ملفات العضو الدوار عالية مما يعمل على خفض قيمة تيار البدء مع الحصول على عزم إقلاع عالي ثم نبدأ بخفض قيمة المقاومة لنخرج بالجزء A لتقل قيمة المقاومة ثم نخرج بالجزء B ثم الجزء C

وبالرجوع إلى منحنيات علاقة مقاومة العضو الدوار في المحركات التحريضية وعزم الإقلاع وتيار الإقلاع نجد انه كلما كبرت مقاومة العضو الدوار كلما زاد عزم الإقلاع وخف تيار البدء لذلك تضاف هذه المقاومات على التسلسل مع العض والدوار في المحركات التحريضية ذات حلقات الانزلاق وذلك بهدف:

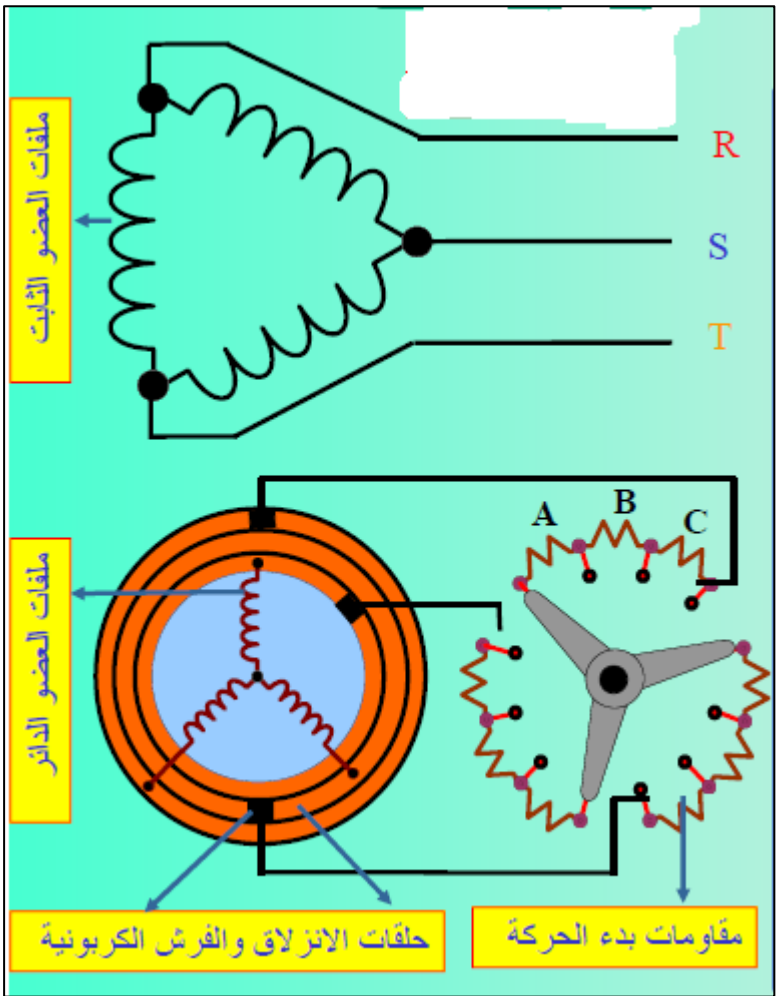
١- لزيادة عزم الإقلاع

٢-تخفيض سرعة الإقلاع ومرونة عالية وانسيابية في بدأ الدوران

٣-تخفيض تيار الإقلاع ما أمكن

ويتم الإقلاع على عدة مراحل بعدد مجموعات المقاومات

قارن بين المحرك الاستنتاجى ذو قفص السنجاب والمحرك الاستنتاجى ذو حلقات الانزلاق من حيث نظرية العمل – شكل العضو الدوار.



توصيل مقاومات بدء الحركة مع ملفات العضو الدوار

طرق بدء حركة المحركات الاستنتاجية
Methods of Starting Induction Motors

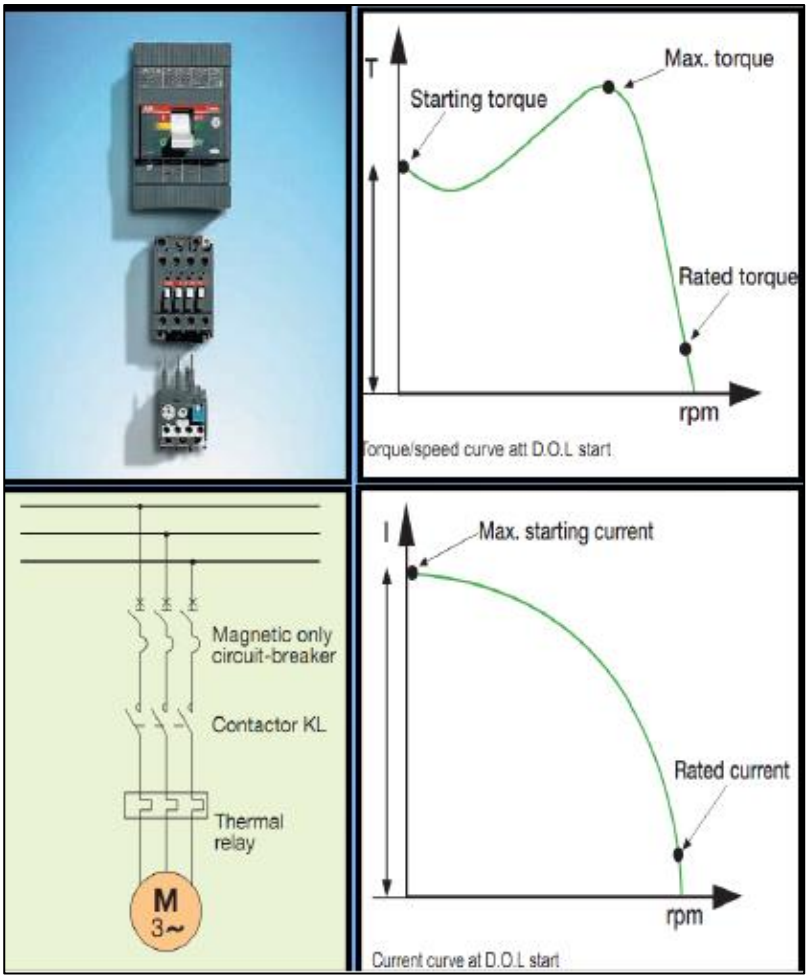
من المعروف أن المحرك الحثى وخاصة المحرك ذو القفص السنجابي عند بدء حركته يسحب تيار عالي جدا ولذلك يجب أن يصمم المحرك بحيث يتحمل هذا التيار العالي للتغلب على القصور الذاتي للكتلة الميكانيكية للمحرك (المتمثلة في العضو الدائر) مما يستلزم عزم كبير في البداية، ويبلغ التيار في بداية التشغيل من ٤ إلى ٨ مرات قدر تيار التحميل المقنن للمحرك حسب تصميم المحرك، وقد يسبب هذا التيار العالي هبوطا حادا في الجهد الكهربي المغذي للشبكة مما يؤدي إلى فصل بعض الأحمال، لذلك يجب ألا يزيد الهبوط في جهد المصدر أثناء بدء تشغيل المحرك عن ٤ % ولكى نقوم بتشغيل اى محرك يجب توفر دائرة كهربية مناسبة لكى تقوم بتغذية المحرك بالجهد الكهربي اللازم ويجب أن تتحمل هذه الدائرة تيار البدء للمحرك وأن تتحمل ظروف التشغيل المتكرر وأن تحتوى على الحماية الكافية لحماية المحرك من الاحتراق وفيما يلى طرق توصيل المحرك لبدء حركته وتشغيله وشرحها:

- التوصيل والبدء المباشر Direct On Line
- البدء بطريق النجمة دلتا Star delta
- البدء بواسطة المحول النفسي Auto Transformer Starter
- التوصيل بواسطة أضافة مقاومات أو ممانعات بالتوالي مع العضو الثابت
- البدء بمقاومات العضو الدائر
- البدء بواسطة أجهزة البدء الناعم Soft Start
- البدء بواسطة أجهزة مغيرات السرعة Frequency inverter

التوصيل المباشر
Direct On Line (DOL)

التوصيل المباشر للمحرك والمقصود به هو تغذية المحرك بجهد المصدر المباشر ويتم ذلك من خلال قاطع فقط أو من خلال قاطع وكونتاكتور وثرمال كما هو موضح بالصورة وتعتبر هذه الطريقة هي الأكثر شيوعا في طرق توصيل المحركات لما تتميز به من بساطة في التركيب وقلة تكاليفها وقلة صيانتها ومن أهم مميزات هذه الطريقة أنها تمنح المحرك عزم كبير جدا يعتبر هو أكبر عزم تمنحه طريقة توصيل لمحرك كما هو موضح بمنحنى العزم ولكن يعيب هذه الطريقة في التوصيل هو أنها تجعل المحرك يسحب أكبر نسبة تيار من الممكن أن تسحب من خلال طرق التوصيل المختلفة قد يصل من ٤ إلى ٨ مرات قدر التيار المقنن حسب تصميم المحرك ولذلك يجب أن تكون الشبكة المغذية لمثل هذه المحركات تتحمل هذا التيار العالي وكذلك يجب أن تكون مكونات الدائرة المغذية للمحرك.

• ولهذه العيوب تم التفكير في طرق أخرى لتوصيل المحركات لتفادى تيار البدء العالي وكذلك أحيانا للحصول على عزم بدء منخفض وتشغيل ناعم للمحركات.

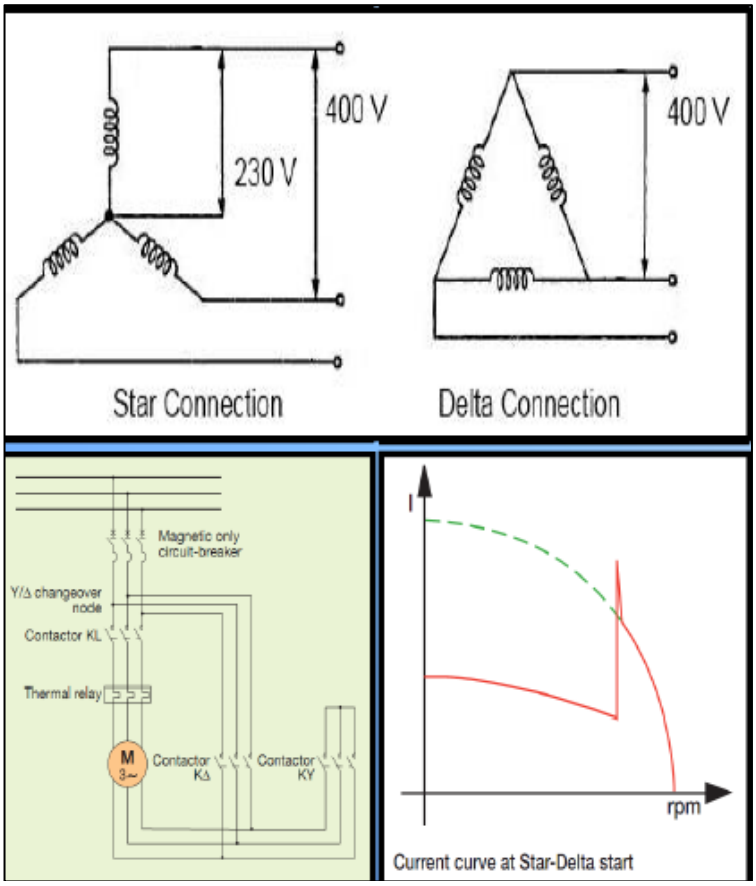


الشكل يوضح التوصيل المباشر على الخط

التوصيل بطريق النجمة دلتا Star Delta

• لشرح هذه الطريقة يجب ان نعود لكلا من توصيلة النجمة والدلتا للمحرك ومنها يتضح أن في توصيلة النجمة يكون جهد الخط للمصدر مطبق على وجهين من الملفات وبالتالي تزيد مقاومة الملفات فيقل التيار I L = I ph

• بينما في توصيلة الدلتا نجد أن جهد الخط المصدر يكون مطبق على وجه واحد وبالتالي تقل مقاومة الملفات فيزيد التيار وبذلك يتم توصيل المحرك Iph ×3. = I L. في بادئ الامر نجمه وبعد مرور فترة البدء التي لا تتعدى ثواني قليلة من ٥إلى ١. يتم تغير التوصيلة إلى دلتا ويتم ذلك بواسطة طرق مختلفة مثلا مفتاح نجمة دلتا للمحركات الصغيرة جدا أو دائرة مكونة من ثلاثة كونتاكتورات واحد رئيسي لتغذية ثلاث بدايات المحرك وكونتاكتور النجمة لقصر الثلاث نهايات ثم كونتاكتور الدلتا لتوصيل كل بداية وجه مع نهاية الوجه الأخر ومن مميزات هذه الطريقة خفض التيار إلى الثلث تقريبا رخيصة وبسيطة عيوبها انخفاض عزم البدء وتسبب هبوط في الشبكة لحظة التحويل من Y إلى Δ.



البدء بواسطة المحول النفسي

Auto Transformer Starter

• تشبه طريقة النجمة دلتا من حيث منطق تخفيض جهد البدء للمحرك ولكن تختلف معها من حيث انها تعطى مدى أكبر لتغير الجهد كما يمكن التحكم في الجهد اثناء مرحلة البدء بواسطة مقسم الجهد للمحول (TAPPING)

• كما أن القدرة على تغيير مستوى الجهد للمحرك بواسطة المحول النفسي لا تفيد فقط في تقليل تيار البدء ولكن تستطيع أيضا التحكم في عزم بدء الدوران حسب متطلبات الآلة المرتبطة بالمحرك. (طريقة التوصيل) تتم بواسطة غلق كونتاكتور النجمة للمحول ثم يتم غلق الكونتاكتور المغذى للمحول فيتم تغذية المحرك من خلال المحرك وبعدما يصل المحرك إلى السرعة الكاملة يتم فتح كونتاكتور النجمة ونغلق لتغذية المحرك مباشر ويجب الانتباه KL الكونتاكتور الرئيسي لعدم غلق الكونتاكتور الرئيسي وكونتاكتور النجمة معا لعدم حدوث قصر ومن الأفضل أن يكون بينهما ربط ميكانيكي.

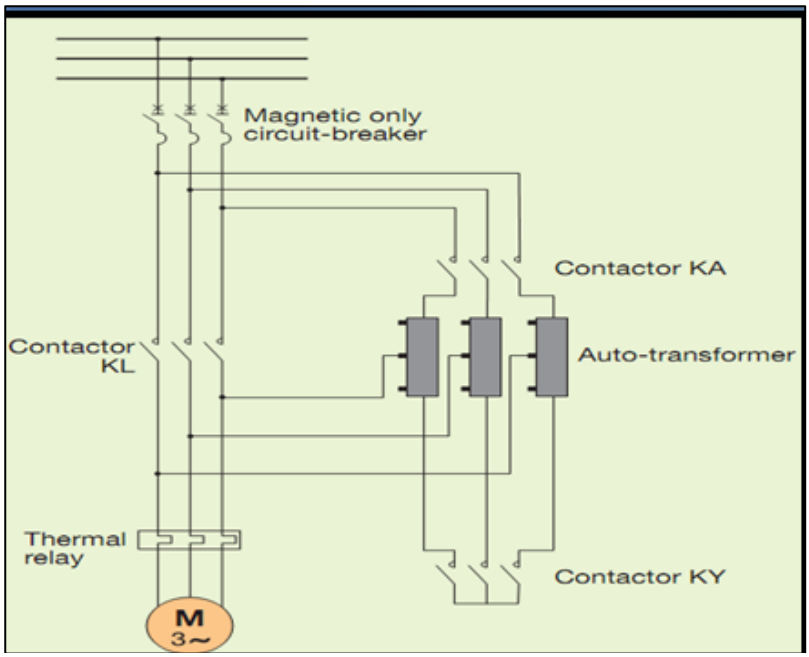
• خصائص هذه الطريقة مساحة للتحكم في تيار البدء تصل من ٤.%:٦٥%:٨.%

(٢) أعلى قيمة لتيار البدء تصل من (١,٧) : (4) IN

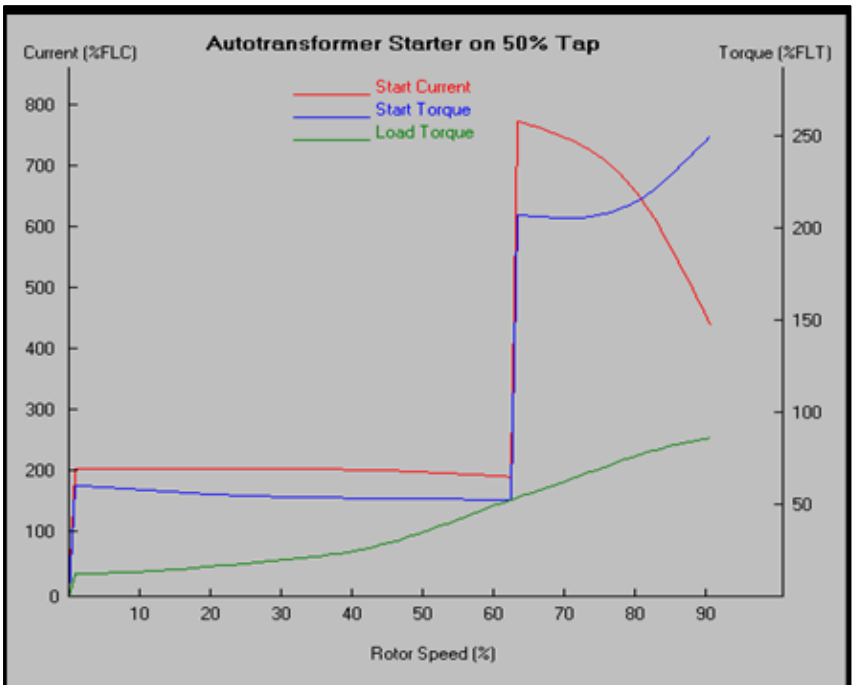
(٣) أعلى قيمة لعزم البدء تصل من ٤.%:٦٥%:٨.%

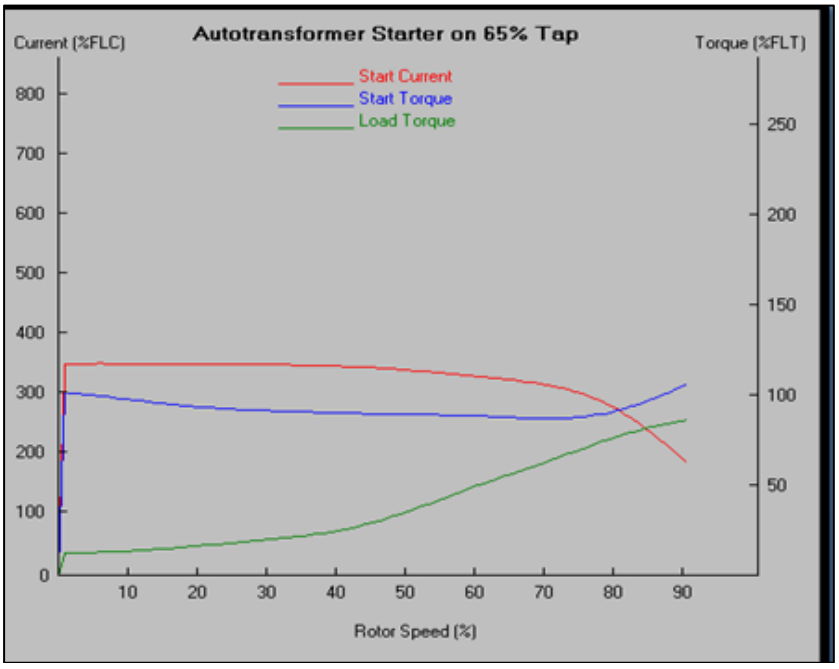
• مميزاتها (١) تحكم جيد وأمن في جهد البدء وبالتالي تيار البدء وعزم البدء (٢) عزم بدء وتيار بدء جيدين (٣) لا تسبب فصل أو هبوط في جهد المصدر المغذى للمحرك

• **عيوبها:** ارتفاع تكاليف أنشائها



الدائرة توضح كيفية توصيل المحول النفسى

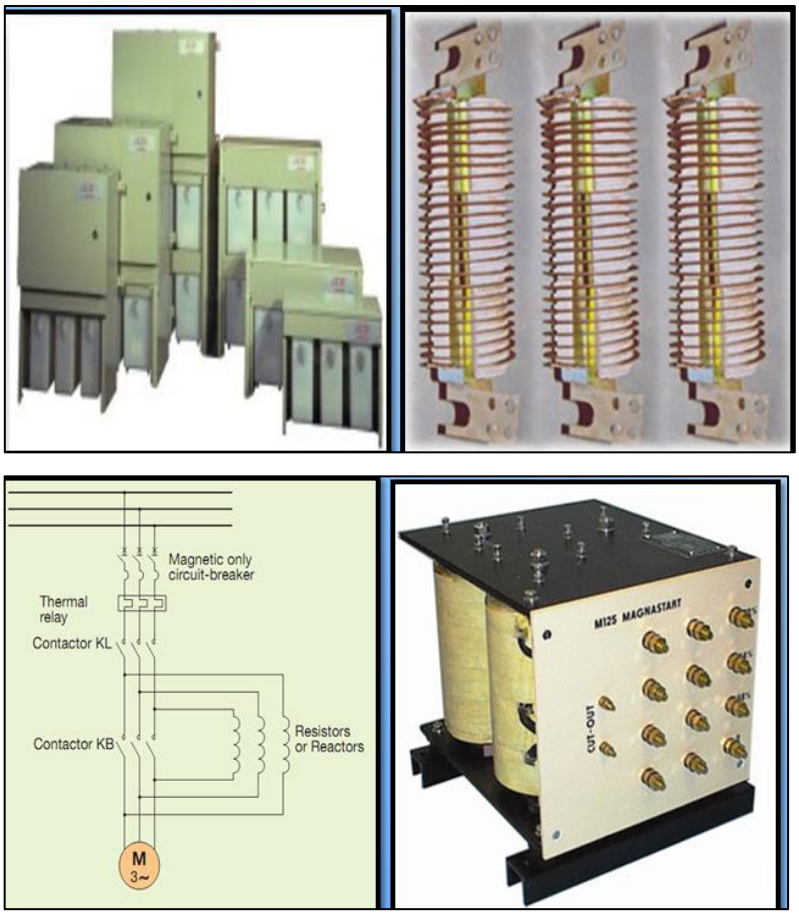




منحنيات العزم للمحرك ذو وسيلة البدء بحول نفسي

التوصيل بواسطة أضافة مقاومات أو ممانعات (ملفات خانقة)

• في هذه الطريقة يتم في بداية تشغيل المحرك توصيل مقاومات أو ممانعات (ملفات خانقة) بالتوالي مع ملفات العضو الثابت ويكون ذلك بالطبع خارج المحرك وبذلك يحدث هبوط في الجهد بالمقاومات مما يؤدى لانخفاض الجهد على أطراف المحرك وبالتالي انخفاض التيار بنفس النسبة وبعد أن يصل المحرك لسرعته الكاملة نقوم بعمل قصر على أطراف المقاومات أو الممانعات بواسطة كونتاكتور يكون مفتوح في البداية فتخرج المقاومات أو الممانعات من الدائرة ويعمل المحرك على التيار مباشرة خصائص هذه الطريق أتاحه تيار بدء يصل إلى ٧٠ % وتصل أعلى قيمة لتيار البدء ٥ ٤ مرة من التيار المقنن وتصل أعلى قيمة لعزم البدء إلى ٥٠%



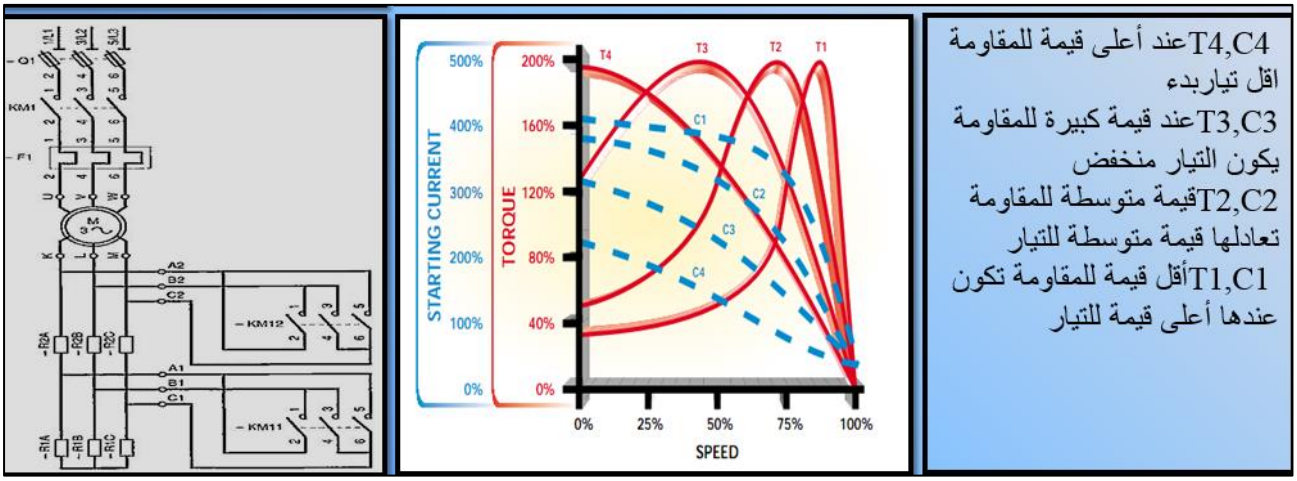
التوصيل بواسطة ملفات خانقة

• عيوب هذه الطريقة:

- انخفاض عزم بدء المحرك مما يؤدى الى زيادة زمن البدء.
- زيادة المفاقيد النحاسية نتيجة مرور التيار في المقاومة خلال فترة البدء.

البدء بمقاومات العضو الدائر
Motor Starting - Rotor Resistance

• وتستخدم هذه الطريقة في المحركات ذات العضو الدوار الملفوف فقط والتي تحتوي على حلقات أنزلاك حيث أننا نقوم بعمل قصر على نهايات ملفات العضو الدائر بواسطة مجموعة من المقاومات متصلة بالتسلسل ثم نبدأ بتشغيل المحرك فتكون قيمة مقاومة ملفات العضو الدائر في أقصى قيمة لها فيكون تيار البدء في أقل قيمة له ثم نقوم بخفض هذه المقاومات بالتسلسل حتى تصبح نهايات ملفات العضو الدائر مقصورة على نفسها فبعمل المحرك بسرعته وتياره الطبيعي وكما هو موضح بدائرة القوى بالشكل المقابل فأننا نقوم أولا بتشغيل المحرك وذلك بغلق الكونتاكتور KM 1 ويكون كلا من الكونتاكتور KM12 , KM11 مفتوحين وبالتالي تصبح المقاومات متصلة بالعضو الدائر ثم بغلق الكونتاكتور KM 11 فتخرج مجموعة المقاومات R1A ثم نغلق KM 12 فتخرج مجموعة المقاومات R2A فيعمل المحرك بكامل حمله.



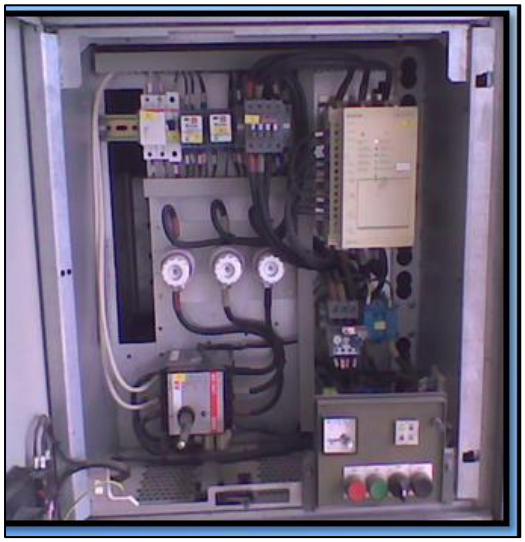
T4,C4عند أعلى قيمة للمقاومة اقل تياربدء
T3,C3عند قيمة كبيرة للمقاومة يكون التيار منخفض
T2,C2قيمة متوسطة للمقاومة تعادلها قيمة متوسطة للتيار
T1,C1أقل قيمة للمقاومة تكون عندها أعلى قيمة للتيار

الشكل يوضح دائرة القوى ومنحنيات التيار والسرعة لوسيلة البدء بمقاومات العضو الدائر

البدء بواسطة أجهزة البدء الناعم
Soft Start

كل الطرق السابقة كان يتم فيها تقليل جهد البدء وبالتالي تيار البدء على مرحلتين او ثلاث مراحل وكانت تحدث صدمات ميكانيكية مفاجئة على محور دوران المحرك والحمل لهذا السبب فانه وجب التفكير في وسيلة بدء يتم فيها تغيير قيمة الجهد بمعدلات تغيير طفيفة بحيث لا تحدث اى صدمات ميكانيكية خلال فترة البدء ويكون البدء هادئ ليناسب كثير من التطبيقات.

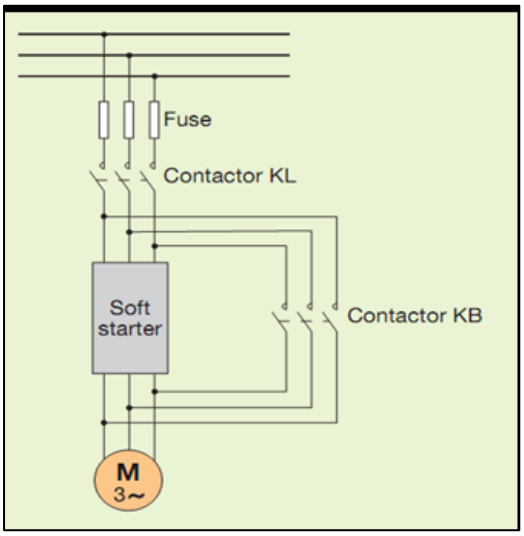
ومع التطور الكبير في تصنيع المكونات الالكترونية تم عمل اجهزة البدء الناعم للمحركات (مكونات اجهزة البدء الناعم)



١. تتكون اجهزة البدء الناعم من مجموعة من الثايرستورات او ترانزستورات

٢. دوائر الكترونية تعطى نبضات الاشعال للثايرستورات او الترانزستورات

٣. مبرمج عمليات دقيق Micro Processor لبرمجة عمليات معدل تغير الجهد مع الزمن وبرمجة جميع العمليات اللازمة مجموعة الثايرستورات او الترانزستورات تكون موصلة بين المحرك والمنبع حيث ان مبرمج العمليات يقوم (بناءا على البرنامج المحمل عليه) بالتحكم في زاوية اشعال الثايريستور وبالتالي يتم التحكم في قيمة الجهد المحرك.



خصائص أجهزة البدء الناعم تمنح مساحة للتحكم في التيار من ٢٥ % إلى 75%

٢) أعلى قيمة لتيار البدء تصل من ٢ إلى ٥ مرة التيار المقنن) قابلة للضبط

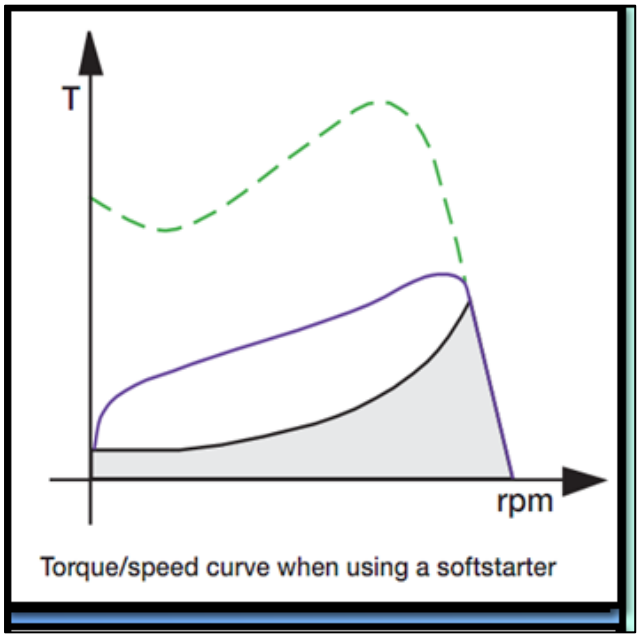
(٣) أعلى قيمة لعزم البدء تصل من ١٠ % إلى ٧٠ % قابلة للضبط

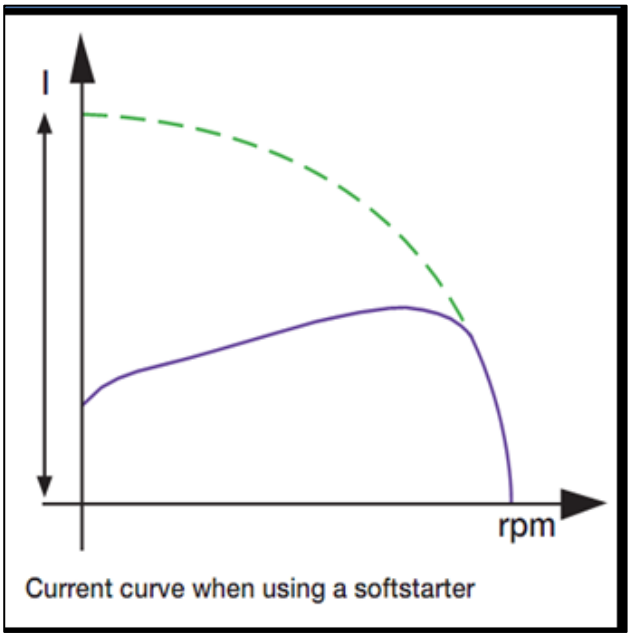
(مميزاتها) (١) تحكم كامل بقيم الجهد وتيار وعزم البدء.

(٢) مكوناته في الحالة الصلبة الثابتة لا تحتاج إلى صيانة.

(٣) تستطيع التكيف مع الأحمال حسب نوعيتها (عيوبها) (١) غالية التكاليف جداً.

الشكل يوضح توصيل جهاز البدء الناعم للمحرك





الشكل يوضح منحنيات الخواص للعزم والتيار

البدء بواسطة مغير السرعة

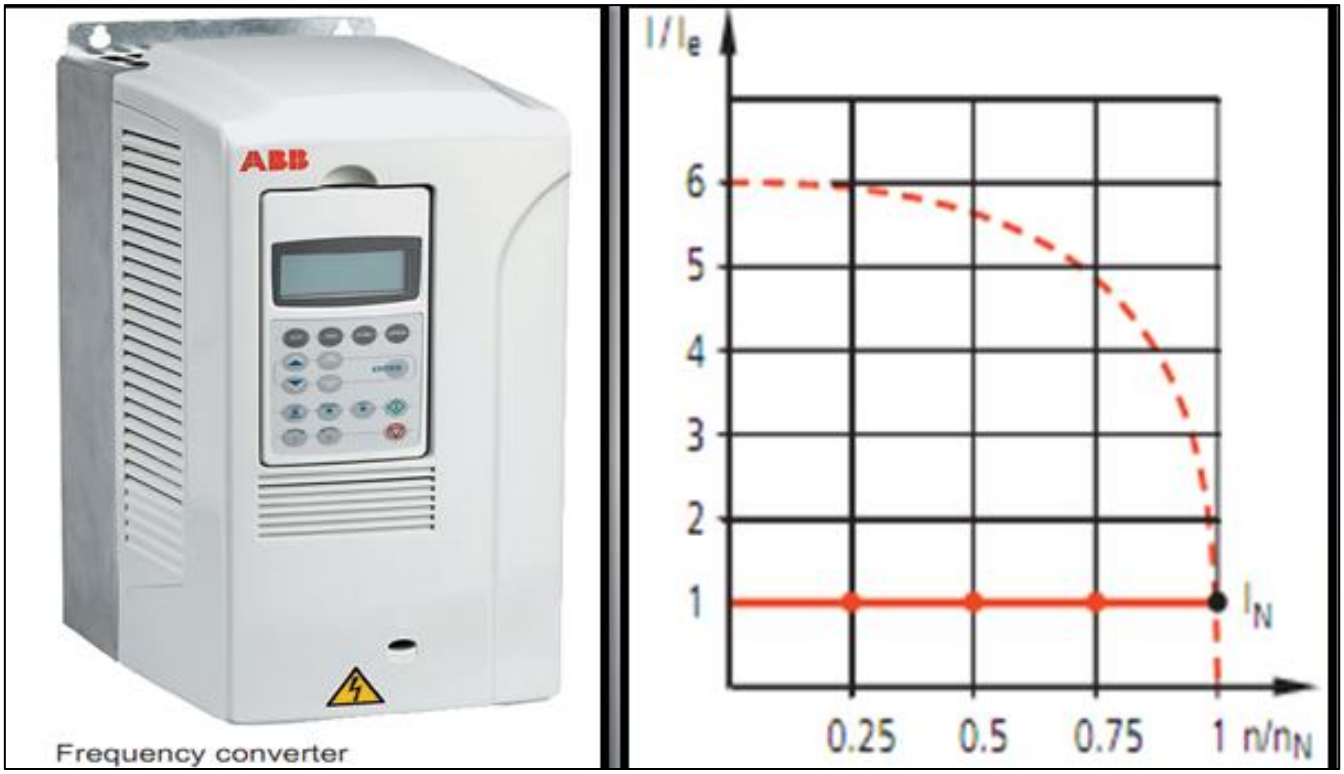
- محول التردد Frequency inverters

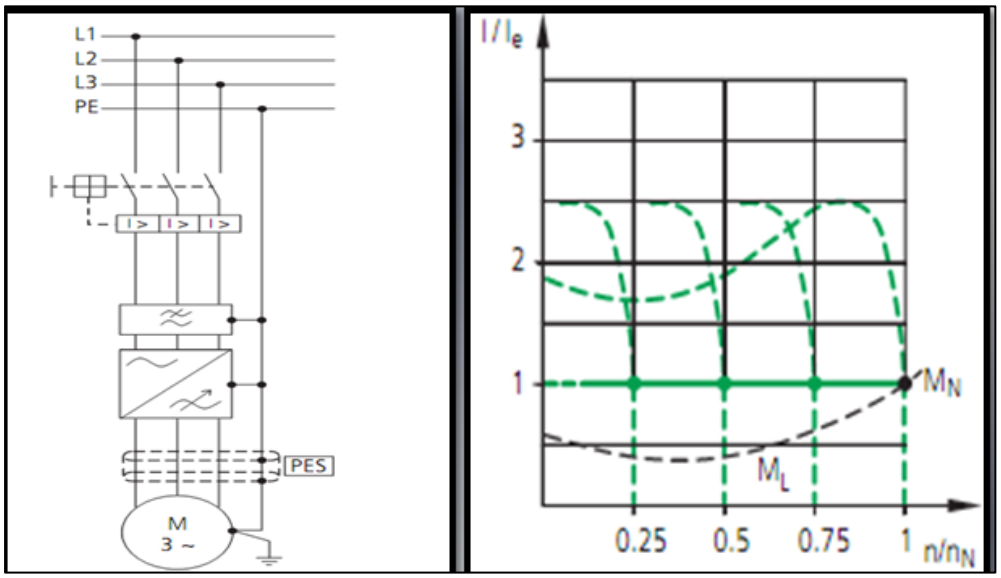
أو مغير السرعة variable frequency Drives (VFD)

- وهو يعتبر من أفضل الطرق لبدء حركة المحركات وتوقفها بشكل هادئ وآمن ويتميز هذا الجهاز عن اجهزة البدء الناعم (Soft Start) بالتحكم الدقيق في سرعة المحركات ويتم ذلك بواسطة تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر ثم تحويله مرة اخرى إلى تيار متردد ولكن مع أمكانية التحكم في تردده ومن العلاقة بين السرعة والتردد بالمحركات الاستنتاجية نجد أنه كلما زادت قيمة (F) التردد تزيد قيمة السرعة (N) (N=12.F/P)
- وبهذه الطريقة نستطيع أن نتحكم في قيمة الجهد وتردده وبالتالي تيار وعزم البدء قبل وأثناء تشغيل المحرك
- ومن مميزات هذا الجهاز ايضا أنه يمنح العزم الكامل للمحرك عند أي قيمة للسرعة

اكتب باختصر الفكرة العامة لبدء حركة المحركات من حيث (الجهد – التيار – السرعة) وتحديد أفضل الطرق لبدء حركة المحركات.

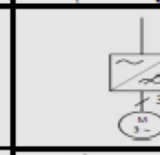
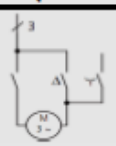
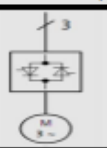
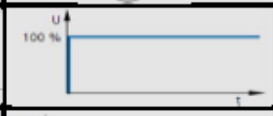
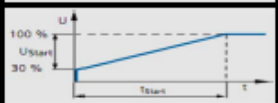
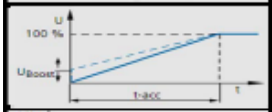
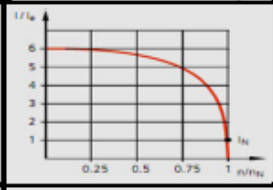
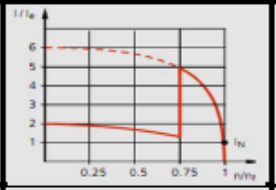
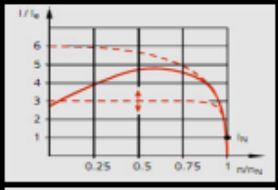
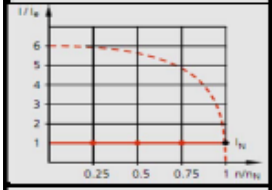
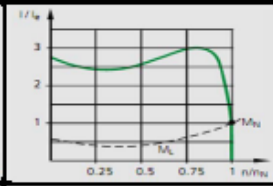
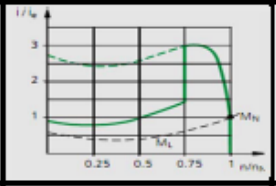
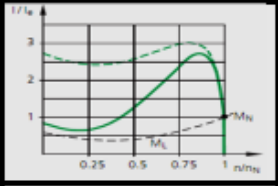
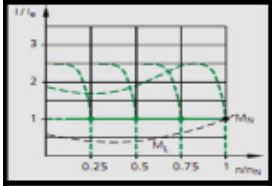
ويعيب هذه الطريقة في البدء والتحكم في السرعة الثمن الباهظ لهذا الجهاز





الشكل يوضح بدء الحركة بمغير السرعة

مقارنة بين منحنيات طرق بدء الحركة للمحرك الاستنتاجى

مقارنة بين منحنيات طرق بدء المحرك الإستنتاجى		البدء على التيار المباشر	البدء بواسطة نجمة دلتا	البدءالناعم	البدءبمغيرات السرعة
	رسم خطى للدائرة				
	منحنى الجهد				
	منحنى التيار				
	القيمة النسبية لتيار البدء	من4 إلى 8 مرات التيار المقنن	من 1.3 إلى 3 مرات التيار المقنن	من 2 إلى 6 مرات التيار المقنن	من 1 إلى 2 مرة التيار المقنن قابلة للضبط
	منحنى العزم				
	القيمة النسبية لعزم البدء	من 1.5 إلى 3 مرات العزم المقنن	من 0.5 إلى 1 مرة العزم المقنن	من 0.1 إلى 1 مرة العزم المقنن	من 0.1 إلى 2 مرة العزم المقنن
	درجة التحميل على المحرك عند البدء	عالى	متوسط	منخفض إلى متوسط	منخفض
	الخصائص	يبدأ بسرعة أعلى مع تيار أكبر مع أحمال كبيرة	يبدأ بعزم أقل مع تيار منخفض ويتم التحميل الكامل بعد التحول للدلتا	يبدا بعزم منخفض مع تيار منخفض مع أمكانية ضبط والتحكم فى خصائص البدء	يبدا بعزم اعلى مع تيار منخفض مع أمكانية ضبط والتحكم فى خصائص البدء

حساب قيمة قدرة الطلمبات الهيدروليكية

اكتشاف وتتبع أعطال المحركات ثلاثية الوجه وكيفية علاجها

العطل الأول:- المحرك لا يدور أولا يدور ويصدر صوت طنين

١. تأكد من مصدر الجهد لدائرة تشغيل المحرك هل الجهد مطبق عل جميع خطوط المحرك؟	لا نعم	قم بتوصيل الجهد على الثلاث خطوط حيث أن المحرك ثلاثى الوجه لا يعمل على وجه واحد
٢. أختبر دائرة التشغيل هل جهاز زيادة الحمل (الثرمال) مفصول ؟	نعم لا	قم بتغير الثرمال إذا تأكد تلفه أو قم بإعادة توصيله مرة أخرى هل يكرر الفصل عند التوصيل ؟ نعم
٣. هل الجهد على الثلاث خطوط مطبق على المحرك ؟	لا نعم	قم باختبار دائرة التشغيل من فيوزات أو قواطع أو كونتاكتور ربما يكون أحد خطوط الجهد فاصل
٤. هل الجهد على أطراف المحرك أقل من قيمة الجهد الأدنى لتشغيل المحرك ؟	نعم لا	قم بإعادة ضبط الجهد وقم بإعادة توصيله للمحرك
٥ أختبر أطراف توصيل المحرك هل يوجد أى تربيط غير جيد أو أى أطراف مقطوعة ؟	نعم لا	قم بإعادة التربيط وقم بإعادة توصيل أى وصلات مفصولة
٦ ربما يكون المحرك غير مناسب للحمل هل التحميل عند البدء عالى جدا ؟	نعم لا	استبدل المحرك بأخر ذو تصميم من نوع C or D أو أستبدل المحرك بمحرك أكبر
٧ هل الآله المتصلة بالمحرك غير حرة الحركة أو عليها حمل يعيق حركتها ؟	نعم لا	قم بتلين الآله المدارة بالمحرك أو قم بإزالة سبب أعاقتها أو تخفيف الحمل من عليها

اكتشاف وتتبع أعطال المحركات ثلاثية الوجه وكيفية علاجها (٢)

العطل الثانى:- المحرك يدور ببطء شديد

١. أولا يجب التأكد من الحمل المتصل بالمحرك هل زائد عن الحد هل حر الحركة ؟	نعم لا	يجب أن نقوم أولا بفصل الحمل عن المحرك وتحديد مشكلة الحمل والقيام بإصلاحها
٢. عدم استقامة المحرك مع الآله المتصلة به بسبب تلف البلى أو بسبب تلف أو خلل أو احتكاك فى وسط نقل الحركة من المحرك إلى الآله (الكبلنج أو تروس أو سيور أو ...)	نعم لا	قم بتغير البلى قم بصيانة أو أصلاح وسط نقل الحركة (التأكد من سلامة وصلة الكبلنج و التأكد من درجة شد السيور والتأكد من تشحيم التروس)
٣. هل بلى المحرك تالف أو عمود الدوران به انحناء أو يوجد احتكاك بين العضو الدائر و الثابت	لا نعم	قم بتغير البلى وقم بالكشف عل العضو الدائر وعمل أتزان له أو قم بتغير المحرك إن لزم الأمر
٤. أختبر ملفات العضو الثابت من أى فتح أو قصر أو اتصال بالأرضى	نعم لا	قم بزيادة العزل أو تغير الملفات التالفة او أعادة لف المحرك أو تغير المحرك إن لزم الأمر

اكتشاف وتتبع أعطال المحركات ثلاثية الوجه وكيفية علاجها (٣)

اكتشاف وتتبع أعطال المحركات ثلاثية الوجه وكيفية علاجها (٤)

اكتشاف وتتبع أعطال المحركات ثلاثية الوجه وكيفية علاجها (٥)

اكتشاف وتتبع أعطال المحركات ثلاثية الوجه وكيفية علاجها (٦)

اكتشاف وتتبع أعطال المحركات ثلاثية الوجه وكيفية علاجها (٧)

العطل السادس:- بلى المحرك يسخن أو يصدر منه صوت غير طبيعى

١. أختبر الحمل هل هو زائد عن الحد مما يتسبب فى ضغط أو تحميل على البلي	نعم / لا	خفف الحمل أو أستبدل المحرك بمحرك اخر يتناسب مع الحمل
٢ بعد الكشف على البلي هل يوجد أى تلف أو تآكل بالبلى (الحركة أو الأسطح أو البلى الداخلى	نعم / لا	قم بتغير البلى ببلى أخر
٣. هل البلية مركبة بشكل خاطئ على العمود مما يتسبب فى ضغط متواصل على نهاية العمود	نعم / لا	قم بتركيب البلية بالطريقة الصحيحة مع التأكد من عدم وجود أى خلوص بين البلية والعمود
٤. هل يوجد ميل أو عدم استقامة بين المحرك والحمل يتسبب فى التحميل الخاطئ على البلى	لا / نعم	قم بعمل اتزان للعمود أو أستبدله ثم قم بعمل استقامة بين المحرك والحمل
٥. هل حدث تآكل أو تلف فى بيت البلية مما تسبب فى وجود خلوص بينهما ؟	نعم / لا	قم بإعادة ضبط المسافة بين بيت البلى والبلى والتأكد من عدم وجود أى خلوص أو غير الغطاء أو المحرك
٦ هل البلي من النوع المفتوح ويحتاج إلى تشحيم؟	نعم / لا	قم بتشحيم البلى وحافظ على دورة التشحيم بالتدوين فى جداول حسب ساعات التشغيل أو كما يتناسب
٧ هل شحم البلى ملوث أو أعطى علامة تدل على تلفه مثل تغير اللون أو الملمس ؟	نعم / لا	قم بتنظيف البلى وإعادة تشحيمه بشحم نظيف مطابق للمواصفات

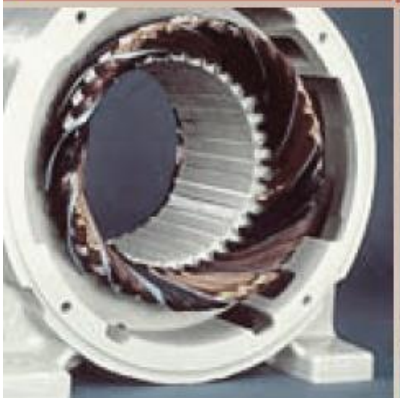
أعطال الملفات بمحركات الثلاثية الوجه (١)

احتراق ملفات وجهين نتيجة لفصل أحد خطوط مصدر الجهد ويحدث ذلك فى المحرك الذى يعمل على توصيلة النجمة وذلك لأننا نجد أن جهد الخط يكون واقع على ملفات وجهين معا فيمر بهما تيار عالى نتيجة لفصل أحد أوجه مصدر الجهد بسبب فتح أحد المصاهر أو فتح فى أحد تلامسات القاطع أو الكونتاكتور أو توصيل سيئ	احتراق ملفات وجه واحد نتيجة لفصل أحد خطوط مصدر الجهد ويحدث ذلك فى المحرك الذى يعمل على توصيلة الدلتا وذلك لأننا نجد أن جهد الخط يكون واقع على ملفات وجه واحد فقط فيمر فيه تيار عالى نتيجة لفصل أحد أوجه مصدر الجهد بسبب فتح أحد المصاهر أو فتح فى أحد تلامسات القاطع أو الكونتاكتور أو توصيل سيئ	احتراق ملف أو أكثر نتيجة قصر بين وجه ووجه أخر ويحدث ذلك بسبب انهيار العزل بين الأوجه والذى غالبا ما يكون ورق برسبان أو شرائط قطنية نتيجة للتلوث أو دخول مواد غريبة مثل المواد الكيميائية أو الحمضية وكذلك تقشير الملفات من طبقة العازل بسبب الاحتكاك مع أى أجسام صلبة أو الاهتزاز الشديد بالمحرك

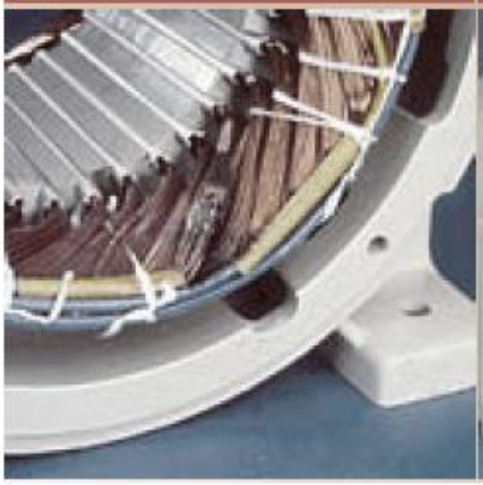
أعطال الملفات بمحركات الثلاثية الوجه (٢)

احتراق عدد من اللفات بملف واحد ويحدث ذلك نتيجة قصر بين لفة وأخرى أو بين عدد من لفات الملف الواحد ويحدث ذلك بسبب تلوث الملفات بأى مواد غريبة تدخل إلى المحرك أو تعرية السلك من المادة العازلة له بسبب أى احتكاك أو بسبب الاهتزاز الشديد بالمحرك أو قد يحدث بسبب ارتفاع مفاجئ بالجهد	احتراق ملف بأحد الأوجه ويحدث ذلك بسبب تلوث الملفات بأى مواد غريبة تدخل إلى المحرك أو تعرية السلك من المادة العازلة له بسبب أى احتكاك أو بسبب الاهتزاز الشديد بالمحرك وعدم التربيط الجيد للملفات أو قد يحدث بسبب ارتفاع مفاجئ بالجهد فيتسبب فى انهيار العازل فى بعض المناطق الضعيفة بالسلك فيؤدى لتلفها	احتراق الملفات من عند حرف المجرى ويحدث ذلك نتيجة لاتصال هذه الملفات بالأرضى (حرف المجرى)ويحدث ذلك بسبب تآكل الورق العازل بالمجارى بسبب الحرارة العالية أو بسبب التلوث بمواد غريبة وقد يحدث أحيانا عندما يعاد لف المحرك وتسقط الملفات بطريقة خاطئة داخل المجارى مما يؤدى إلى تعريتها

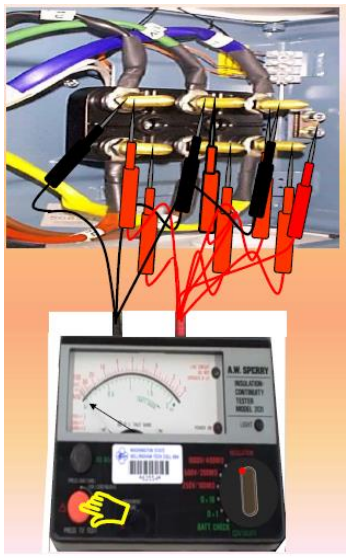
أعطال الملفات بمحركات الثلاثية الوجه (٣)

احتراق الملفات داخل المجرى ويحدث ذلك نتيجة لاتصال هذه الملفات بالأرضى (جسم المجرى من الداخل)ويحدث ذلك بسبب تآكل الورق العازل بالمجارى بسبب الحرارة العالية أو بسبب التلوث بمواد غريبة وقد يحدث أحيانا عندما يعاد لف المحرك وتسقط الملفات بطريقة خاطئة داخل المجارى مما يؤدى إلى تعريتها	احتراق ملف أو أكثر من أحد الأوجه بالمحرك ويحدث ذلك بسبب نتيجة للتلوث أو دخول مواد غريبة مثل المواد الكيميائية أو الحمضية وكذلك تقشير الملفات من طبقة العازل بسبب الاحتكاك مع أى أجسام صلبة أو عندما نضطر لإخراج العضو الدائر فيتم خروجه بطريقة خاطئة تتسبب فى الاحتكاك بالسلك أثناء الخروج أو الدخول مما يتسبب فى تعرية السلك أو الاهتزاز الشديد بالمحرك	احتراق ملفات وجه بالمحرك كنتيجة لعدم أتزان الجهد مما يؤدى إلى زيادة التيار بأحد الأوجه فتحترق ملفاته ويحدث عدم أتزان الجهد غالبا بسبب عدم أتزان الأحمال على مصدر الجهد وكذلك عدم التربيط الجيد عند التوصيل أو التوصيل بمقاومة عالية ملاحظة هامة :- قد يؤدى عدم الاتزان فى الجهد بنسبة 1% إلى عدم الاتزان بالتيار بنسبة من 6% : 10%
		

أعطال الملفات بمحركات الثلاثية الوجه (٤)

احتراق ملفات المحرك كاملة وذلك بسبب زيادة التيار بالملفات واستمراره لفترة من الزمن حتى تحترق الملفات وتتوقف هذه المدة على قيمة الزيادة فى التيار ويحدث ذلك بسبب زيادة التحميل على المحرك وقد يحدث أيضا بسبب ارتفاع الجهد أو انخفاضه مما يؤدى أيضا إلى زيادة التيار عن المعدل الطبيعى	احتراق ملفات المحرك كاملة كنتيجة لمرور تيار عالى جدا بالملفات بسبب عدم دوران العضو الدائر لأى أسباب مثل تلف كراسى التحميل أو عدم دوران المعدة المتصلة به أو انحناء العمود وقد يحدث أيضا بسبب تعدى تيار البدء عن القيمة العظمى واستمراره وقد يحدث أيضا بسبب عكس الدوران المفاجئ للمحرك	احتراق ملف أو أكثر كنتيجة للارتفاع المفاجئ بالجهد ويحدث الارتفاع المفاجئ بالجهد عند التوصيل والفصل بدوائر تغذية المحرك وكذلك عند تفريغ المكثفات فى حالة تواجدها وكذلك قد تسبب بعض دوائر التغذية ذات الحالة الجامدة مثل الثيرستور والترانزستور ارتفاع مفاجئ بالجهد مثل أجهزة البدء الناعم ومغيرات السرعة وخلافه ويحدث ذلك عندما تعيب هذه الأجهزة
		

كيفية اختبار عزل المحرك



• **أولا:** –يتم قياس العزل بين كل وجه والأخر ويجب أن تكون قيمة العزل كبيرة ويتم ذلك بالقياس بين كل طرفين

متقابلين بروزتة التوصيل وذلك بضبط مقياس الميجر على القيمة المناسبة لجهد الاختبار حسب جهد مصدر المحرك ثم نقوم بالاختبار ونقرأ قيمة مقاومة الميجر يجب ألا تقل عن القيم الموضحة بالجدول التالي وإذا كانت قيم العزل أقل من ذلك بشكل مقبول من الممكن أعادة عزل الملفات بالورنيش ثم أعادة القياس مرة أخرى أما إذا كانت قيمة العزل صغيرة جدا يجب اعادة لف المحرك

Rating المدى	Test Voltage جهد الأختبار	Minimum Resistance أقل قيمة للمقاومة
250V	500 VDC	25 mega ohms
600V	1000 VDC	100 mega ohms
1000V	1000 VDC	100 mega ohms
2500V	1000 VDC	500 mega ohms
5000V	2500 VDC	1000 mega ohms
8000V	2500 VDC	2000 mega ohms
15000V	2500 VDC	5000 mega ohms
25000V	5000 VDC	20,000 mega ohms
34500V	15000VDC	100,000 mega ohms

جدول قيم مقاومة العزل للمحركات

• ثانيا: –قياس العزل بين كل وجه وجسم المحرك (الأرضي) ويتم ذلك بوضع أحد طرفي الميجر على مسمار الأرضي للمحرك أو أي نقطة نظيفة غير معزوله بالمحرك والطرف الأخر يتم توصيله على كل طرف من أطراف المحرك مع أخذ كل قراءة لقيمة العزل بالميجر وأتباع السابق.

اكتب في بحث مختصر كيفية قياس مقاومة العزل لملفات العضو الثابت للمحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه باستخدام جهاز الميجر.

أسئلة الباب الأول

س١ اكتب ماتعرفه عن تركيب المحرك الاستنتاجى ذو قفص السنجاب وكذلك خطوات فكه وتركيبه.

س٢ اكتب ماتعرفه عن نظرية عمل المحرك الاستنتاجى ذو قفص السنجاب.

س٣ اكتب ماتعرفه عن الانزلاق وتاثيره على سرعة المحرك مع مقارنة سرعة التزامن وسرعة العضو الدوار.

س٤ اكتب ماتعرفه عن رولمان البلى وانواعه وكيفية قراءته .

س٤ اكتب ماتعرفه عن الحماية الداخلية للمحرك IP وتوضيح الفرق بين كل رقم حماية واستخدامات المحرك.

س٥ قارن بين المحرك الاستنتاجى ذو قفص السنجاب والمحرك الاستنتاجى ذو حلقات الانزلاق.

س٦ اكتب ماتعرفه عن التشحيم وانواعه وكيفية تحديد كميته.

س٧ وضح من خلال اشكال احتراق الملفات للمحرك نوع العطل الحادث للمحرك.

الباب الثاني

Chapter Two

إصلاح دوائر الكنترول وتحديد أسباب الأعطال

Control Circuits Reparation & Identification of Failure Reasons

أهداف الباب الثانى
Objectives of Chapter Two

بعد دراسة هذا الباب يكون الطالب قادراً على:

- التعرف على بؤر الاعطال داخل دوائر التحكم.
- التعرف على كيفية تتبع عطل داخل دائرة التحكم.
- التعرف على اجراء الاختبارات المختلفة بإستخدام وسائل مختلفة لإكتشاف التوصيل بالأرض.
- دراسة دائرة تحكم نموذجية لممارسة كيفية تتبع الأعطال داخل الدائرة.

١-إصلاح دوائر الكونترول وتحديد أسباب الأعطال

Control Circuits Reparation and Reasons of Failure Identification

مـقدمـة

تحديد أسباب الأعطال في دوائر الكونترول يمكن أن يستغرق دقائق معدودة أو ساعات أو أيام اعتمادا على مدى تعقيد المشكلة وخبرة القائم بالبحث عن سبب العطل. فلو كان القائم بالبحث عن تحديد أسباب العطل لا يفهم وظائف الكونترول أو ليس على دراية كافية بمكونات دوائر الكونترول أو بخطوات تحديد العطل. فإن عطل بسيط في دائرة التحكم من الممكن أن تأخذ الكثير من الوقت لتحديده وذلك قد يؤدى إلى تعطل المعدة أو تعطل الإنتاج بالمحطة.

- والمهندس الماهر في تجميع دائرة التحكم بمكوناتها وأسلاكها من رسم دائرة معطاة له ليس بالضرورة أن يكون قادرا على تحديد أعطال نفس دائرة التحكم بكفاءة.
- من الهام جدا للتعامل مع أعطال دوائر التحكم أن يكون لدينا عقل تحليلي مدرب على التعامل مع وظائف الكونترول ولديه المعرفة والدراية مكونات وأساسيات دوائر التحكم.
- السر في البحث الدقيق والفعال عن أعطال دوائر التحكم يكمن في تحديد الجزء من دائرة التحكم الذي يحتوي على المكون المعطوب أو التالف أو الذي لا يعمل ولا يؤدى وظيفته المطلوبة منه ثم تحديد هذا المكون وهذا يمكن إجرائه عن طريق التحليل الدقيق والكفء للدائرة.
- البحث عن الأعطال وتحديدها يبدأ بتحليل المشكلة ولتحليل أي مشكلة يجب أولا تعريف نوع المشكلة وذلك يحدد المساحة التي سنبحث عن العطل بها وخلال عملية تحديد المشكلة يجب الأخذ في الاعتبار الأنواع التالية:

- Electrical
- Mechanical
- Hydraulic power system
- Pneumatic system

نظم كهربية.
نظم هيدروليكية.
نظم ميكانيكية.
نظم هوائية.

وإن لم يتم تحديد نوع المشكلة بنجاح فإن الباحث عن العطل سوف يهدر الكثير من الوقت.

- في بعض الأحيان فإن ما يبدو للوهلة الأولى على انه مشكلة كهربية يكتشف بعد ذلك أنها عبارة عن مشكلة ميكانيكية.

- في بعض الأحيان عندما تكون أطقم الصيانة والإصلاح الكهربي مختلف عن أطقم الصيانة والإصلاح الميكانيكي فإن ذلك يسبب إهدار الوقت أثناء تحديد نوع العطل ولذلك يفضل في الكثير من الأحيان أن تكون هي نفس الأطقم التي بنوعي الصيانة.
- في بعض الأحيان فإن عدم فهم المشغل أو قلة معرفته وخبرته أو اختلاف المشغلين قد يتسبب في بعض الأعطال

١ – ١بؤر الأعطال

Troubleshooting Spots

ليس من الممكن تحديد جميع بؤر الأعطال ولكن سنذكر البؤر التي تحدث بها الأعطال بصفة متكررة:

١ – ٢الفيوزات

Fuses

- يجب أن تكون هي البؤرة الأولى التي يتم فحصها وإن كان في الغالب يتم تجاهلها.
- إحدى مشاكل هذه البؤرة أن تكون قاعدة الفيوز غير محكمة الربط والتثبيت والتوصيل.
- (Loose) بسبب اهتزازات المعدة. وفى هذه الحالة فإن الحل الدائم هو عزل وحماية لوحة التحكم من الاهتزازات. والحل المؤقت يكون بضبط قاعدة الفيوز وتربيطها بحيث تلامس بشدة وإحكام طرفي توصيل الفيوز أو تغيير قاعدة الفيوز إن لم يمكن إحكام توصيلها وتلامسها.
- مشكلة أخرى يمكن أن تحدث في هذه البؤرة وهى انفجار الفيوز (blowing) ومن المعروف أن الفيوز لن ينفجر إلا بسبب حدوث دائرة قصر (short circuit) أو تلامس مع الأرض (grounding) في دائرة التحكم.
- ومن الممكن أن نحاول مرة أو أثنين تجربة تغيير الفيوز بأخر بنفس قيمة التيار والجهد لأنه في بعض الأحيان يكون العطل ذو طبيعة انتقالية .ويمكن أن يزول من نفسه فإذا استمر الفيوز في الانفجار فيجب البحث عن سبب العطل. ولو كانت دائرة التحكم كبيرة جدا فإنه من الأفضل أن يكون هناك فيوزات كنترول فرعية (sub control fuse) للقطاعات المختلفة من دائرة التحكم وفى هذه الحالة فإن الموضع الذى به عطل يسهل عزله أو فصله عن بقية دائرة التحكم.
- على سبيل المثال فإن دائرة تحكم تحتوي على ريليهات وسلونويد فالف يمكن أن تحتوي على فيوزات فرعية منفصلة أحدها لدائرة الريليهات والأخر لدائرة ملفات الصمامات.

١-٣ نقاط التوصيل الغير محكمة

Loose Connections

دوائر التحكم كما تراها على الرسم لا تعطى صورة حقيقية لتعقيدها فعمليا دوائر التحكم تحتوي على أسلاك توصيل بين ثلاث مواضع: -

١. لوحة التحكم.
٢. لوحة التشغيل.
٣. المعدة أو الآلة.

١-٤ متممات التحكم

Control Relay

تكون بداخل لوحة التحكم وأدوات التشغيل مثل أزرار التشغيل ولمبات البيان تكون على لوحة التشغيل بينما مفاتيح نهاية المشوار ومفاتيح الضغط والعوامات تكون راكبة على الماكينة.

وأسلاك الكونترول تتوزع من لوحة التحكم إلى لوحة المشغل والماكينة بواسطة روزيتات وفى الآلات الحديثة هناك المئات من نقط التوصيل بداخل دائرة التحكم ونقط التوصيل تلك تكون عند أطراف نقط تلامس المتممات وعند أطراف الملفات والروزيتات وأطراف وسائل البيان وأطراف وسائل الحس ونقط التوصيل تلك جميعها هي الأماكن المحتملة لوجود نقط التوصيل الغير محكمة.

- التقدم في تصميم وتصنيع الروزيتات واستخدام الموصلات المجدولة بدلا من الموصلات المصمتة قلل كثيرا من حدوث هذه المشكلة.
- ولتجنب المشاكل بسبب التوصيلات ونقط التوصيلات الغير محكمة يجب إتباع برنامج صيانة وقائية يتم فيه بصفة دورية فحص نقط التوصيلات وإعادة إحكامها.

- ومشكلة التوصيلات الغير محكمة تكون أكثر خطورة في حالة دوائر القدرة (power circuit) لأن التيارات المارة بها تكون أعلى بكثير والتوصيل الغير محكم في دوائر القدرة يولد وينشا حرارة عالية حول نقطة التوصيل الغير محكمة تنتشر بالتالي إلى باقي أجزاء مكونات الدائرة الموجود بها نقطة التوصيل الغير محكمة وربما انتقلت الحرارة العالية إلى باقي المكونات المجاورة لها . والحرارة العالية تلك تؤدى إلى تلف هذا المكون وانهيار عزله كما أن التوصيل الغير محكم وما ينتج عنه من حرارة قد يؤدى إلى خلل في أداء المكونات الحساسة للحرارة لوظائفها.
- وعلى سبيل المثال فإن متمم زيادة الحمل الذي يعمل على التأثير الحراري لزيادة التيار (thermal sensitive overload relay) يمكن أن يفصل نتيجة وصول حرارة غير مرغوب فيها اليه.

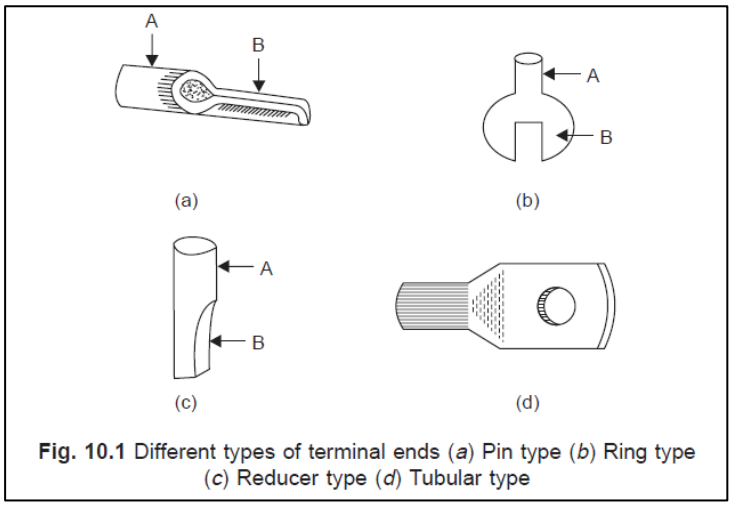


Fig. 10.1 Different types of terminal ends (*a*) Pin type (*b*) Ring type (*c*) Reducer type (*d*) Tubular type

وعليه فإن الفحص الدوري لنقاط التوصيل ومدى إحكامها هو الطريقة المثلى لتجنب مثل تلك المشاكل والأسلاك المرنة يفضل استخدامها في توصيل دوائر التحكم فهذه الأسلاك لا يتم توصيلها مباشرة في الروزيتات أو على أطراف المتممات ولكنها توصل بعد تركيب ترامل على أطراف السلك وأنواع مختلفة من الترامل موضحة بالشكل السابق.

- في الشكل (a) الجزء (A) من الترملة الموضحة بالشكل يوضع به طرف سلك الكونترول المجدول ثم يتم الضغط عليها وكبسها عن طريق بنسه ترامل.
- ويوضع الجزء (B) من الترملة بداخل الروزيتة ويتم الربط عليه بمسمار الروزيتة.
- في الشكل (b) الترملة الموضحة هي لتوصيل أطراف أسلاك الكونترول على أطراف الكونتاكتورات والمتممات حيث يوضع أطراف الأسلاك داخل الجزء (A) ويتم الضغط عليها وكبسها . والجزء (B) يتم إحكام الربط عليه على طرف التوصيل الموجود على المتمم او الكونتاكتور.
- توصيلات القدرة على المفتاح الرئيسي والكونتاكتورات والروزيتات تتم من خلال ترامل مثل الموجودة بالشكل (c & d) ويتم ذلك عن طريق كابلات مجدولة ويتم كبس الترامل عن طريق مكبس هيدروليك أو يدوى.

١-٥ نقاط توصيل

Faulty Contacts

هذه المشكلة تحدث في المكونات مثل بادئ حركة المحركات (motor starter) – الكونتاكتورات – الريليهات – مفاتيح التشغيل – وأنواع مختلفة من المفاتيح.

- المشكلة الأكثر شيوعا تحدث مع نقاط التوصيل المغلقة (Normally Closed Contact) فعلى الرغم من الملاحظة البصرية تبين أن نقاط التوصيل هذه موصلة (متصلة) لكن فعليا قد تكون غير موصلة للتيار نتيجة وجود أوساخ عليها أو تكون طبقة من أكسيد النحاس عليها وكلاهما يمثل عازلا
- سبب أخر قد يكون ضغط سوسته غير كافى.

- طبقة أكسيد النحاس التي تتكون على نقطة التوصيل يمكن تنظيفها بسحب أو تمرير قطعة من الورق الخشن المقوى بين نقطتي التلامس .
- ولا يجب أبدا استخدام مبرد أو صنفرة لتنظيف نقط التلامس لأن معظم نقاط التوصيل المستخدمة حاليا يتم تغطية نقط تلامسها بطبقة من الفضة فلو تم صنفرة نقطة التلامس سيتم تدمير طبقة الفضة تلك.
- ولو تآكلت نقاط التلامس أو امتلأت بالتجاويف يجب تغييرها فورا.
- والمشكلة التي قد تنتج عن برد أو صنفرة طبقة الفضة أن طبقة أكسيد الفضة التي تتكون تكون موصلة للكهرباء وإذا لم يتم تنظيف طبقة أكسيد الفضة تلك دوريا فإنها من الممكن أن تتسبب في إحداث (short circuit) على أطراف التوصيل المجاورة لها. ولذلك يفضل تنظيف نقاط التوصيل المغطاة بالفضة دوريا بتتراكلوريد الكربون (carbon tetra chloride) لإزالة طبقة أكسيد الفضة
- مشكلة أخرى تحدث لنقاط التوصيل أنها يمكن أن تلتصق وتلتحم ببعضها خلال حدوث (over load) أو (short circuit) وإذا ما حدث ذلك يجب تغييرها.
- وفى بعض الأحيان يكون ضغط السوسنة أو الياي غير كافي فيجب ضبطه أو تغيير الياى.
- وفى بعض دوائر التحكم التي تم تجميعها وتوصيلها حديثا يمكن أن تكون المشكلة ناتجة عن استخدام نقط توصيل خطأ وعادة عندما يتم استخدام إحدى نقط التوصيل فقط من النقطتين المتاحتين على المكون مثل توصيل النقطة ال (normally open) بدلا من توصيل ال (normally closed) أو بالعكس.

١-٦ ترقيم وتعليم غير صحيح للأسلاك

Incorrect Wire Marking

- تظهر هذه المشكلة عادة في المراحل الأولى من توصيل وتجميع لوحة الكونترول أو في حالة تجميع من بداية تشغيل المعدة كما يمكن حدوثه خلال الصيانة الوقائية أو خلال أي تغيير يتم في دائرة التحكم. وهذا الخطأ من الصعب العثور عليه لأن الكابلات والأسلاك التي تمر من لوحة الكونترول إلى المعدة ربما تتعدى الـ (٢.موصل) وإحدى المشاكل الشائعة هو عدم إعادة ترتيب أرقام الأسلاك أو الكابلات وكذلك خلال توصيل الموصلات على الروزيتات والخطأ في توصيل الموصل بفتحة روزيتة غير الفتحة المطلوبة.

١-٧المشاكل المركبة

Copmplex Troubleshooting

من الممكن أن تكون المشكلة في منطقة واحدة أو في عدة مناطق معا فإذا حدث ذلك فيجب أن نبدأ بفحص الدائرة الكهربية لأن فحص دائرة كهربية يكون أسرع من فحص نظام ميكانيكى.

مثال:

إحدى المشاكل المركبة الشائعة هو فصل محرك نتيجة زيادة الحمل فإن المحرك يمكن أن يفصل نتيجة حمل ميكانيكي زائد أو نتيجة أداء خاطئ من متمم الحماية ضد زيادة الحمل لوظيفته أو لمشكلة بالمحرك نفسه ومن الممكن حدوث مشكلتين في نفس الوقت.

فمتمم الحماية ضد زيادة الحمل (over load relay) يمكن أن يفصل بالخطأ نتيجة الحرارة الناتجة عن وصلة باور غير محكمة . كما أن المحرك يمكن أن يسحب تيار أعلى من اللازم نتيجة وجود كرسي دوران (بلية) (bearing) تالف.

- فإذا حدث فصل للمحرك نتيجة زيادة الحمل يجب أن نفصل المحرك عن الحمل الميكانيكي ويجب بداية إجراء الفحص الكهربي (electrical check).

مثال أخر للمشاكل المركبة وهو احتراق الملف الخاص بالسلونويد فالف غالبا حوالي ٩٠% من المشاكل الحادثة بالصمامات (**Valves**) تنشأ من حالة مشكلة ميكانيكية أو مشكلة متعلقة بالضغط مما يجعل دافعة السلونويد (plunger) من اتخاذ وضعيتها المضبوطة مما يؤدى إلى سحب تيار عالي بواسطة الملف (coil) . وكنتيجة لذلك فإما الفيوز ينفجر أو سيحترق.

- كما أن مشكلة بالضغط بمعدة يمكن أن تكون نتيجة لعطل بدوائر الكونترول أو نتيجة لمشكلة بدائرة الهيدروليك أو بدائرة البنيوماتيك.
- كما أن مشكلة بالحرارة في فرن ما حيث لا يتم الوصول لدرجة الحرارة المطلوبة قد يكون نتيجة للجهد المنخفض حرارة أو سخانات تالفة أو فيوزات فاصلة أو تسرب حرارة من خلال مادة عزل غير جيدة.

٨-١ الجهد المنخفض

Low Voltage

لو انخفض جهد النظام فإن المتممات (relay) والكونتاكتورات والتايمرات (timers) يبدأ في الفصل (getting de-energized) وتبدآ دائرة التحكم في عدم أداء وظيفتها كما ينبغي وتبدأ المحركات في الفصل لأنها تسحب تيار من المصدر أعلى من الطبيعى.

وجهد النظام يمكن أن ينخفض نتيجة التحميل الزائد عن الحد أو مقاس الموصلات والكابلات الأصغر من اللازم.

والسبب الشائع لهذه المشكلة هو إضافة معدات جديدة بدون فحص سعات كابلات مصادر القدرة والمحول ومدى قدرتها على استيعاب الأحمال الجديدة وتغذيتها.

فالجهد المنخفض سيؤدى إلى توليد حرارة منخفضة في الأفران وكمثال فإن الجهد إذا انخفض إلى نصف الجهد المصمم عليه عنصر التسخين فإن الحرارة الناتجة (heat out put) سوف تقل إلى الربع.

٧-٢ التلامس مع الأرضي: -Grounding

يمكن أن يكون لدينا نوعين من مصدر الكونترول (control supply)

- أحدهما يكون الطرف المتعادل الخاص به (neutral) متصل بالأرضي (grounding)
- والنوع الأخر يكون الطرف المتعادل الخاص به غير متصل بالأرضي وكلاهما لديه مميزاته.

ففي النوع الأول أحد طرفي مصدر الكونترول من محول الكونترول (controltransformer) يتم توصيله بالأرضي والطرف الثاني من مصدر الكونترول يتم حمايته بواسطة فيوز أو (miniature circuit breaker) وميزة هذه الطريقة أنه من السهل فحص المصدر عند أي نقطة.

كما أنه يمكن فحصه بالقياس مع الأرضي وفى هذه الطريقة عندما يحدث خطأ فإن الفيوز ينفجر وتتوقف المعدة حتى نجد العطل ونعالجه.

- وفى النوع الثاني حيث ال (Neutral) غير متصل بالأرضي (ungrounded) فيتم تفضيله في عنابر الإنتاج الكبيرة .
- وفى هذا النوع فإن دائرة التحكم تستمر في العمل حتى لو حدث تلامس مع الأرضي فهذه الطريقة لها ميزة أن الإنتاج سوف يستمر ولن يتوقف بمجرد حدوث تلامس أرضى واحد مما يسمح بوقت للبحث عن العطل وإزالته وإصلاحه وفى هذا النوع من مصدر الكونترول(controlsupply) لابد من وجود نوع ما من البيان يوضح حدوث تلامس مع الأرضي وهذا البيان عبارة عن لمبتين بيان لتوضيح أي من خطى مصدر الكونترول هو ما تلامس مع الأرضي كما هو موضح بدائرة التحكم بالشكل 2-1.

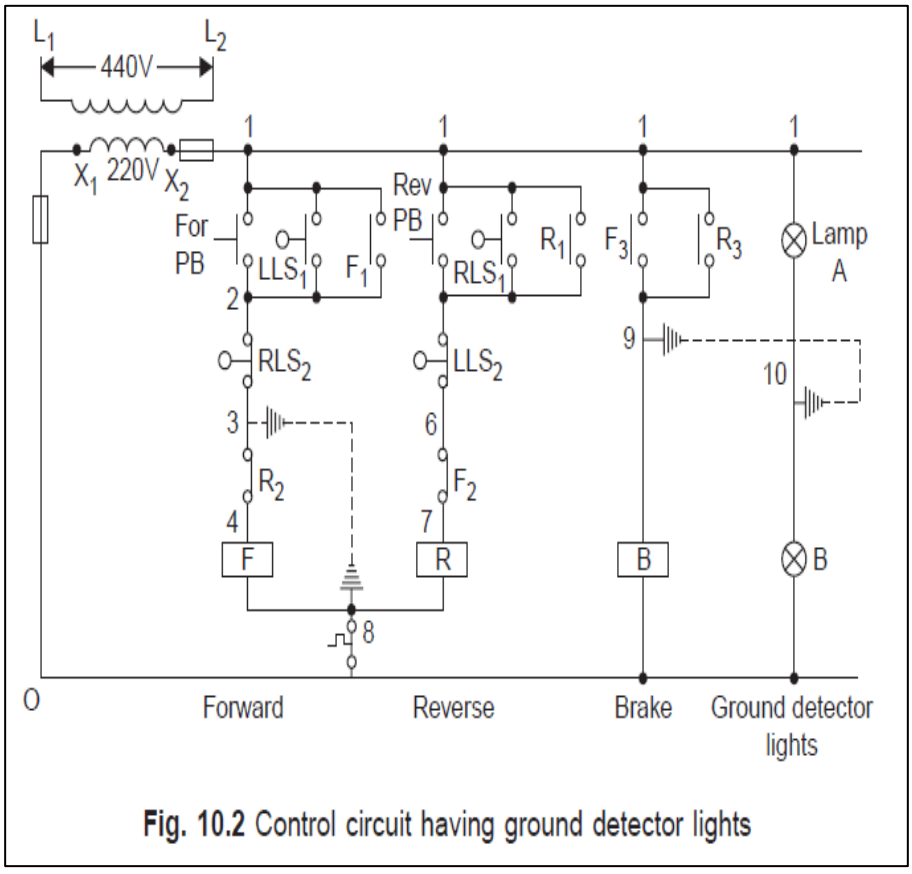


Fig. 10.2 Control circuit having ground detector lights

ففي دائرة التحكم تلك فإن لمبتي بيان التلامس مع الأرضي هما (A)& (B) والسلك رقم ١. بين اللمبة (A)& (B) هو مؤرض (متصلبالأرضي)(solidly grounded).

- وعندما لا يكون أي من الخطيين (١) & (.) متلامس مع الأرضي فإن كلا اللمبتين (A) & (B) يضئ بنصف إضاءته الكاملة لأنهما يمثلان لمبتين ٢٢. فولت متصلتان على التوالي على مصدر ٢٢. فولت.
- وإذا ما حدث تلامس مع الأرضي في دائرة الكونترول فإن إحدى اللمبتين ستطفأ بينما تضيء الأخرى بإضاءتها الكاملة واللمبة التي ستنطفئ ستشير إلى أن ناحية مصدر الكونترول المجاورة لها (1) أ& (.) هي التي تلامست مع الأرضى.

- إذا ما حدث تلامس مع الأرضي عند السلك رقم ٣ وكذلك في نفس اللحظة عند السلك رقم ٨ فإن فيوز الكونترول سوف ينفجر نتيجة حدوث (shortcircuit) على الأطراف الثانوية لمحولالكونترول (control transformer)
- والميزة مع النوع الثاني حيث مصدر الكونترول غير متصل بالأرضي وانه حتى إذا لامست أي نقطة من دائرة الكونترول الأرضي فإن ذلك لن يسبب عطل فوري ولن تتوقف دائرة التحكم مما يتيح استمرار تشغيل الماكينة والإنتاج بدون انقطاع حيث يمكن البحث عن نقطة التلامس مع الأرضي وإصلاحها في الأوقات المخصصة للصيانة.

هناك العديد من المواضع في الماكينة حيث يمكن حدوث التلامس مع الأرضي وأكثرها شيوعا.

- الليميت سويتشات (limitswitches) ومفاتيح الضغط (pressure switches) ومفاتيح الحرارة (temperature switches) والعوامات (float switches) حيث أن هذه المكونات تكون ذات تصميم مضغوط ويترك حيز صغير وضيق للتوصيلات ونتيجة نقص المساحة فإن الموصلات العارية على الأطراف والروزيتات يمكن أن تلامس جسم المكون كما أن الأسلاك والكابلات الواصلة للمكونات يمكن أن تتعرض للشد مسببة الانقطاع أو الكسر أو الاتصال بالأرضي.
- يمكن أن يحدث التلامس بالأرضي نتيجة انهيار العزل أثناء شد وجذب أسلاك الكنترول داخل ال (conduit) أو من ثنى السلك عدة مرات.
- كما يمكن أن يحدث التلامس مع الأرضي نتيجة الاستخدام الخاطئ للموصل المجدول حيث يجب عند تركيب ترمله على نهاية سلك مجدول التأكد أن جميع شعيرات السلك المجدول ثم وضعها بداخل الترملة إذ من الممكن أن تترك شعيرة أو أكثر بخارج الترملة لتلامس جسم اللوحة أو سلك أخر متصل بالأرضي فعلا.

١ – ١٩الأعطال اللحظية

Momentary Faults

أحيانا تحدث الأعطال والمشاكل ولكنها لا تستمر لوقت طويل ويكون من الصعب تحديد هذا العطل اللحظى.

- ومشغل الماكينة يجب أن يلاحظ الماكينة بدقة في أي مرحلة من دورة عمل دائرة الكونترول يحدث هذا العطل وبعد تحديد الجزء من دائرة الكونترول المعنى بهذه المرحلة ليتم فحصه ومراجعته.

- وإذا كان الخطأ أو العطل يحدث بصفة عشوائية خلال دورة عمل دائرة الكونترول فإن مكونات دائرة الكونترول المتعلقة.
- التوصيل الغير المحكم أو الموصل المكسور داخل الغلاف العازل للسلك أو الكابل قد يكون أحد أهم أسباب الأعطال اللحظية . وفى بعض الأحيان يكون الأداء الغير صحيح لأحد مكونات يمكن تغييره بأخر جديد وإذا كانت الماكينة جديدة فربما يكون الخطأ موجود أصلا في دائرة التحكم نتيجة التوصيل الخاطئ

١٠-١الصيانة الرديئة

Poor Maintenance

إذا لم يكن هناك صيانة دورية للمعدة فإن معدل حدوث الأعطال سوف يزيد والصيانة الدورية بالضرورة تتضمن تنظيف المعدة ولوحة التحكم وباب لوحة التحكم كما يجب الاحتفاظ بكارت صيانة المعدة (historycard) يتضمن بيانات الصيانة الدورية الوقائية والأعطال والإصلاحات التي تمت للمعدة خلال عمرها.

تدريبات علي ما سبق

س١ ما أهمية الفيوزات في دوائر التحكم؟

س٢ مالمقصود بنقاط التوصيل الغير محكمة؟

س٣ ايهما أفضل ولماذا

استخدام السلك المسمط او السلك الشعر في دوائر التحكم

س٤ كيف يمكن تحديد عطل الارضى في دائرة التحكم

س٥ مالمقصود بالعطل المركب؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٢-الإجراءات العامة للبحث عن أسباب الأعطال (تحديد أسباب الأعطال)

General Procedure for Troubleshooting Identification

أولا: سنفترض أن لدينا دائرة تحكم تم تجميعها وتوصيلها حديثا ولكنها لا تعمل حسب التصميم فإن إجراءات البحث عن سبب المشكلة يكون كالتالي: -

١- الخطوة الأولى تكون بتحليل دائرة التحكم والتحقق من أنه تم تصميمها بصورة صحيحة حسب متطلبات وظائف التحكم.

٢- الخطوة التالية هي تشغيل الماكينة وتتبع أو متابعة التشغيل من خلال التتابع أو الترتيب المتوقع حتى نجد القطاع أو الجزء من دائرة الكونترول الذي لا يعمل.

٣- بعد تحديد قطاع أو جزء دائرة التحكم الذي لا يعمل يجب التأكد من توصيل الأسلاك وإذا كان توصيل الأسلاك حسب ما هو موجود بالدائرة المرسومة (دائرةالتحكم) فإننا نبدأ بفحص مكونات هذا القطاع من دائرة التحكم.

٤- وعندما نصل إلى سبب العطل بداخل القطاع الذي لا يعمل (العاطل) ونزيله أو نعالجه فإننا يجب أن نقوم بعد ذلك بتشغيل المعدة للمرة الثانية حتى نتأكد من أنها تعمل بدورة تشغيلها الكاملة وبنجاح.

وإذا اكتشفنا وجود عطل أخر في قطاع أو جزء اخر من دائرة التحكم فإننا يجب أن نحاول تحديد المشكلة الجديدة وفى أي أجزاء دائرة التحكم تكون موجودة ثم نكرر ماسبق.

ثانيا: -سنعرض إجراءات تحديد أسباب العطل في دائرة تحكم موجودة بالفعل والتي كانت تعمل بشكل سليم قبل حدوث العطل. وعليه فإمكانية حدوث توصيل غير سليم وغير صحيح في المعدة تكون منعدمة (سنهملها) لأنها ليست مجمعة حديثا. وبالتالي فالإجراءات ستكون كالتالي: -

- فهم تشغيل دائرة تحكم المعدة وإذا كانت دائرة التحكم كبيرة ومعقدة يجب الاستعانة بالمشغل لفهم وتصور حجم وعدد مكونات وأجزاء دائرة التحكم التي تعمل (تؤدىوظيفتها) بدون مشاكل وبهذه الطريقة فإن المرء يمكن أن يبدأ بالجزء من دائرة التحكم الذي لا يؤدى وظيفته.
- وبعد تحديد جزء الدائرة الذي به عطل يجب فحص مكونات وتوصيلات وهذا الجزء من الدائرة ب عناية. والفحص البصري ممكن أن يساعد في تحديد مكون عاطل أو أسلاك غير موصلة وإذا لم نتمكن من تحديد سبب العطل بالفحص البصري يجب أن نتبع الخطوات التالية.
- نحدد أي وظيفة هي التي لا تتم ونحدد الكونتاكتور أو الريلاى أو كويل السلونويد فالف المسئول عن أداء هذه الوظيفة..

ثم نشغل الماكينة ونحدد ما إذا كان هناك فرق جهد على كويل الكونتاكتور أو الريلاى أو السلونويد فالف وإذا ما كان هناك فرق جهد على الكويل فإنه في أغلب الأحيان يكون سبب العطل فى ملفات هذا الكويل نفسه.

والأن لفحص اتصالية (continuity) ملف يجب فصل الباور ويجب فحص اتصالية الملف بأوم ميتر ولو كان الملف سليم فإن الأوم ميتر يقرأ مقاومة منخفضة.

ويجب فحص ومراجعة عمل الكونتاكتور أو السلونويد فالف قبل استبدال الملف المحترق. وإذا شككنا في أن ميكانيزم قفل الكونتاكتور أو السلونويد فالف به مشكلة ولايعمل بكفاءة فإننا يجب أن نستبدله بكونتاكتور أخر أو سلونويد فالف أخر.

- ولنفترض أن فى الخطوة السابقة لم نجد فرق جهد واصل الى ملف الكونتاكتور فإن ذلك يدل على أن هناك نقطة توصيل (ريشة) غير موصلة (مفتوحة) حيث يجب أن تكون موصلة (مغلقة) متسببة فى فصل وعدم توصيل.

فولتية من مصدر الكونترول الى الكويل وفى هذه الحالة يجب الرجوع لرسومات دائرة الكونترول للبحث عن مكونات دائرة التحكم التي لها نقط توصيل (contact) يجب ان تغلق (توصل) لتشحن الكويل أي توصل له فولتية من مصدر الكونترول.

ونقط التوصيل هذه يمكن أن تكون من متممات (ريليهات) مختلفة أو لبحث سويتشات أو برشر سويتشات أو مفاتيح درجة حرارة أو عوامات.

والآن أصبح الهدف هو تحديد أي من هذه المكونات الذى له نقطة توصيل متصلة على التوالي من أصل توصيل فولتية من مصدر الكونترول الى هذا الكويل ولكنها غير موصلة (مفتوحة).

- ولتحديد نقطة التوصيل الخاصة بهذا المكون يجب فحص والتأكد من وصول فولتية مصدر الكونترول عند نقط مختلفة موصلة الى كويل الكونتاكتور . ولاحظ أنه يمكن أن تجد صعوبة فى التأكد منوصول فولتية المصدر إذا ما كان هناك ليمت سويتشات أو برشر سويتشات من التي توجد على الماكينة موصلة مباشرة فى دائرة الكونترول وإذا ما كانت الريليهات (المتممات) يتم شحنها (توصيل فولتية المصدر لها) من خلال ليمت سويتشات ... الخ وكانت نقاط توصيل هذه الريليهات مستخدمة فى دائرة الكونترول فإن الفحص سيكون أسهل. وعندما نحدد أي مكون من مكونات دائرة الكونترول فإننا سنصل إلى تحديد سبب عدم أداء الكويل (الملف) لوظيفته.

وإذا كان عدم التوصيل بسبب طبقة أكسيد النحاس العازلة أو بسبب أوساخ أو غبار فيجب تنظيف نقطة التوصيل (تنظيف نقط تلامس نقطة التوصيل) وإذا كانت نقطة التوصيل لا تغلق جيدا فيمكن ضبطها وإذا كانت نقط تلامس نقطة التوصيل متآكلة بصورة شديدة فإنه يجب تغيير نقطة التوصيل.

والاحتمالية الأخرى خلال هذا الفحص والبحث هي الوصول إلى دائرة مفتوحة بسبب سلك مكسور أو مقصوف أو محترق.

- وبعد إزالة سبب العطل يجب تشغيل المعدة مرة أخرى وإذا لم تعمل الماكينة بنجاح أو بكفاءة وبدورة تشغيلها الكاملة فيجب تنفيذ الإجراءات السابقة مرة أخرى على جزء الدائرة الجديد الذي ظهر به العطل أو الخطأ.
- وفى أحيان كثيرة نجد أن سبب العطل أو المشكلة هو تلامس مع الأرضي حادث على أحد الأسلاك الواصلة من لوحة الكونترول إلى الماكينة ويجب فحص واختيار التلامس مع الأرضي عن طريق فصل مصدر القدرة ويجب قياس المقاومة بين الأسلاك وبين الأرضي (مقاومة عزل الأسلاك)بالأوم ميتر أو باستخدام لمبة اختبار لتحديد التلامس مع الأرضي حيث يكون المصدر ٢٢. فولت ونيوترال ومصدر الكونترول مؤرض (موصل بالأرضي).

ولتحديد التلامس الأرضي فإن أحد طرفي لمبة الاختبار يتم توصيله على سلك الفاوة الخاص بمصدر الكونترول بينما الطرف الآخر للمبة يتم توصيله على السلك المراد اختبار تلامسه واتصاله بالأرضي .

وإذا كان هذا السلك ملامسا للأرضي فإن اللمبة سوف تضئ وإذا كان السلك غير ملامس للأرضي فإن اللمبة ستظل مطفأة كما بالشكل 3-1.

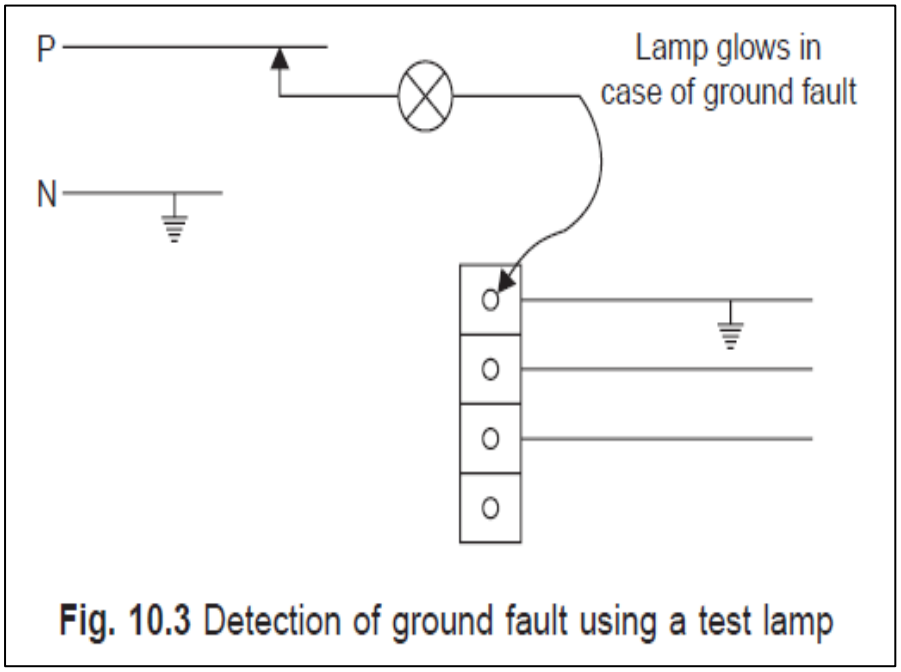


Fig. 10.3 Detection of ground fault using a test lamp

والإجراءات والخطوات السابقة لتحديد الأعطال وأسبابها تعتمد على الحقيقة التالية:

إن دوائر الكونترول يتم تصميمها وعملها أساسا اعتمادا على:-

الأول: نقاط التوصيل التي توصل أو تفصل الدائرة.

الثاني: ملفات أو كويلات الكونتاكتورات والريليهات التي تشغل نقاط التوصيل تلك.

فإذا كانت نقاط التوصيل تفتح وتغلق كما يجب أن تعمل فإنه يتم تسليط وتوصيل الفولتية للملفات أي شحنها أو فصل وقطع الفولتية عن الملفات على حسب الحاجة لذلك.

وعلى ذلك فإن الأعطال تكون في نقاط التوصيل أو في كويلات الكونتاكتورات والريليهات أو في الأسلاك التي توصل بين نقاط التوصيل والكويلات.

- قاعدة مهمة جدا يجب ملاحظتها أثناء البحث عن سبب العطل وهي العمل على شيء واحد فقط في نفس الوقت. فلو شككت في أن أحد نقاط التوصيل لا تعمل يجب أولا أن نصلح أو نعالج نقطة التوصيل تلك ثم نختبر ونفحص عمل الماكينة ولو ظل العطل موجودا ننتقل إلى البحث عن سبب أخر للعطل.
- وقلما يحدث أن تتلف أو تستهلك أو تتآكل عدة أجزاء من الماكينة في نفس اللحظة حتى وإن كانت حالتها جميعها سيئة.
- والتعامل مع أكثر من مكون في نفس الوقت من الممكن أن ينتج عنها مشاكل أكثر بكثير من المشكلة الأصلية.
- ولتوضيح إجراءات وخطوات البحث عن أسباب الأعطال فسوف نحدد أسباب محتملة لبعض المشاكل التي سنفترض حدوثها في الدائرة المبينة بالشكل رقم ١. – ٤ وهي دائرة تحكم بسيطة لمحرك ضاغط هواء(كمبروسرهواء).

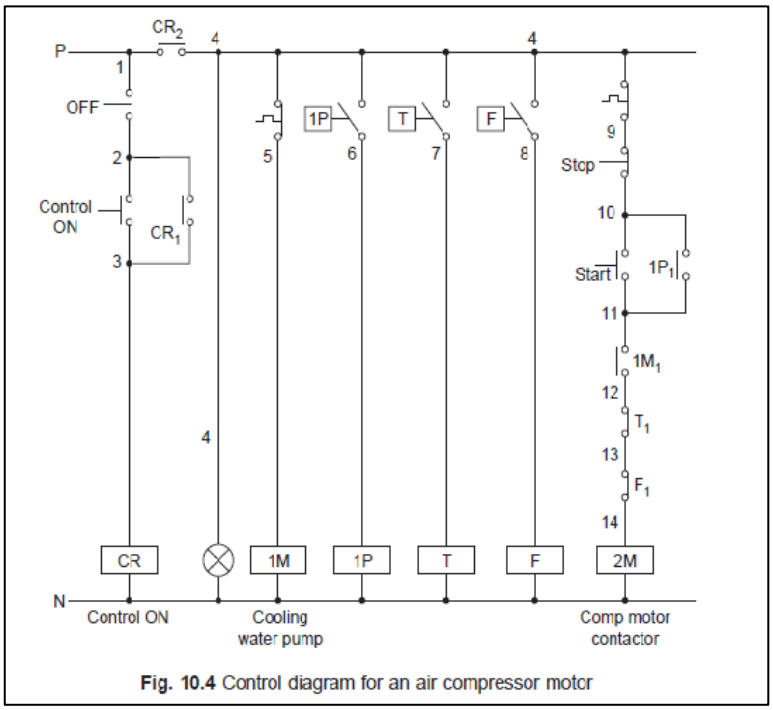


Fig. 10.4 Control diagram for an air compressor motor

في هذه الدائرة CR هو ريلاى كنترول و M١ هوكونتاكتور محرك طلمبة مياه التبريد و M٢ هو كونتاكتور بدء وتشغيل محرك الكمبريسور و

- 1P هو مفتاح ضغط زيت التزييت (التبريد) ويشحن ويشغل الريلاى 1P
- T هو مفتاح درجة مياه التبريد ويشحن ويشغل الريلاى T
- F هو مفتاح تدفق وسريان وانسياب مياه التبريد ويشحن ويشغل الريلاى F

ونقاط توصيل هذه الريليهات ((F&T&1P تستخدم فى دائرة بدء وتشغيل كونتاكتور محرك الكمبريسور 2M ولوصف عمل وتشغيل هذه الدائرة بإيجاز : –

فإنه عندما يشحن ريلاى الكونترولCR عن طريق الضغط على مفتاح (control on push button) فإن الريلاى CR يغلق ويوصل ويظل متصل ومغلق عن طريق نقطة التوصيل الخاصة به CR1 . كما أن نقطة التوصيل الثانية الخاصة به CR2 تغلق أيضا وتوصل الفولتية إلى الروزيتة رقم 4 وطلمبة مياه التبريد تبدأ نتيجة لشحن كويل الكونتاكتور 1M(تذكر أن طلمبة مياه التبريد تدير المياه الباردة لتبريد الكمبريسور) . وكونتاكتور محرك الكمبريسور 2Mيمكن شحنه وتشغيله عن طريق الضغط على مفتاح (start-push button) وكويل كونتاكتور 2M يشحن ويوصل عندما تكون نقاط التوصيل (F1&T1&1M) موصلة.

وعندما يكون كويل الكونتاكتور 2M شاحن (واصل له فولتية) فإن موتور الكمبريسور يبدأ وكذلك يبدأ ضغط زيت التبريد (التزييت) في الارتفاع لأن طلمبة الزيت متصلة ميكانيكيا بموتور الضاغط الرئيسي وعندما يتكون ضغط كافي فإن مفتاح ضغط الزيت 1P يغلق ويشحن الريلاى1P نقطة التوصيل 1P1 لهذا الريلاى تغلق عبر مفتاح (start-push button) وكويل الكونتاكتور 2Mيظل مضغوطا عليه بالأصبع حتى تغلق نقطة التوصيل 1P1 ولفهم طبيعة عمل تلك الدائرة سوف نناقش تحديد بعض المشاكل المفترض حدوثها في هذه الدائرة.

١. نفترض أن المشكلة المبلغ عنها من المشغل أن دائرة الكونترول لا تعمل وذلك سوف يظهر من خلال عدم إضاءة لمبة بيان (control on).

بداية بالفحص البصري نحدد إذا ما كان ريلاى الكونترولCR موصل ولو وجدناه مغلق (موصل) نفحص جهد المصدر عند الروزيتة (4) وإذا ما لم نجد جهد للمصدر فإن نقطة التوصيل CR2 تكون غير موصلة. ونحاول إصلاح وعلا ج نقطة التوصيل CR2 . وإذا وجدنا بالفحص البصرى أن الريلاى CR غير شاحن نضغط على مفتاح (control on push-button) ونختبر جهد المصدر على ملف الريلاى CR ولو وجدنا الفولتية كاملة حول الكويل فإن كويل الريلاى CR نفسه يكون هو سبب المشكلة فنقوم بفصل الكويل ونختبر اتصالية (سلامة توصيله) ولو وجدنا الكويل محترق فإننا نقوم باستبداله بعد فحص الريلاى وتأكدنا من سلامة باقي مكوناته.

وفى الفحص السابق مع كون مفتاح (ON-push button) مضغوط باليد لو وجدنا أنه لا توجد فولتية على الملف (على روزيتة رقم ٣مقارنة بالنيوترال .) فإننا نتجه لفحص الفولتية على الروزيتة رقم ٢ ولو كانت الفولتية موجودة على روزيتة رقم ٢ فإن ذلك يعنى أن مفتاح (control on-push button) لا يحدث

توصيل عند الضغط عليه حينئذ يجب استبدال نقطة التوصيل بداخل مفتاح (control on-bush button) ولو كانت فولتية مصدر الكونترول غير موجودة على روزيتة رقم ٢ فإن العطل يمكن أن يكون على مفتاح (off- push button) بمعنى أن نقطة التوصيل الخاصة ب هال NC (normally closed) غير موصلة.

وخلال هذا الفحص إذا وجدنا أن جهد وفولتية المصدر غير موجودة على الروزيتة رقم ١ فإن ذلك يعنى أن فيوز الكونترول فصل (أنفجر) فنقوم بفحص فيوز الكونترول وينفجر فيوز الكونترول نتيجة خطأ أي جزء من دائرة الكونترول كلها –مثل كويل كونتاكتور أو ريلاى حدث له شور سيركت نتيجة للاحتراق كما ينفجر فيوز الكونترول نتيجة حدوث تلامس مع الأرضي من أى سلك من الأسلاك ولو انفجر فيوز الكونترول نتبع الخطوات التالية لتحديد سبب المشكلة.

لتحديد مكان المشكلة أو العطل الذي يسبب انفجار الفيوز فيجب علينا أن نحدد الجزء (القطاع) من الدائرة حيث يوجد الخطأ.

إذا كان الفيوز ينفجر قبل بدء عمل موتور الكمبريسور فإن احتمالية حدوثالخطأ أو كون الخطاء ناتج عن أي مما خلف أو بعد النقطة 11 يكون مستبعدا.

الآن نزيل كل الأسلاك المرقمة بالرقم 4 ونقيس بمساعدة أوميتر أو لمبة اختبار كل سلك على حدي باحثين عن تلامس مع الأرضي.

ولنفترض أن السلك رقم 4 الذاهب إلى مفتاح درجة حرارة مياه التبريد ظهر أنه ملامس مع الأرضي فإننا نفحصه بحثا عن أي طرف تلف طبيعي مادي حاصل على عزل السلك الذاهب من لوحة الكونترول للمفتاح وكذلك نفحص مفتاح درجة حرارة مياه التبريد نفسه حيث من الممكن أن يكون ملامس مع الأرضي عن طريق ملامسته لعلبة توصيل أو لبدن المفتاح نفسه.

٢– مشكلة أخرى يمكن أن تحدث لريلاى الكونترول أنه لا يظل شاحن عندما نرفع ضغط الإصبع من على مفتاح (on-pushbutton) وللبحث عن سبب هذه المشكلة نبحث عن أي سلك مفتوح عند نقطة التوصيل CR1 بالريلاى CR ولو وجدنا الأسلاك متصلة جيدا فإن المشكلة غالبا تكون فى نقطة التوصيل CR1 بمعنى أن هذه النقطة لا توصل نتيجة ربما تكون أكسيد النحاس أو وجود غبار أو أوساخ على نقط تلامسها وربما تكون تحتاج ضبط أو تغيير.

٣– مشكلة أخرى يمكن أن تحدث وهى أن موتور الكمبريسور يفشل فى البدء عندما نضغط على مفتاح (N- push button)

الخطوة الأولى: يجب ان نفحص بصريا حالة الريليهات (T&F&1M) بداخل لوحة الكونترول فالريلاى 1M يجب ان يكون موصل (مغلق) بينما الريليهات (T&F) يجب أن تكون مفتوحة (فاصلة) فذلك يعنى أن مفتاح درجة حرارة مياه التبريد (منشط أو مفعل أو شغال actuated) لذلك يجب التحقق من كون إما مفتاح درجة حرارة مياه التبريد يعمل بصورة خاطئة أو أن درجة حرارة مياه التبريد بالفعل ارتفعت عن الحد المسموح به . ولو كان مفتاح درجة حرارة مياه التبريد تالف فيجب تغييره ولو كانت درجة حرارة مياه التبريد اعلى من الحد المسموح به يجب ان نبحث عن سبب العطل ونعالجه.

ومن الممكن أن يكون الخطاء أو المشكلة بداخل الكمبريسور نفسه أو ان درجة حرارة المياه الداخلة عالية من الأساس وأكثر من الحد المسموح.

ولو أثناء الفحص البصري وجدنا أن حالة الريلاى كما هي المفترض أن تكون فإننا نبدأ في فحص الفولتية عند نقاط مختلفة بداية من طرف الكويل رقم 14 مع كون مفتاح (start-pushbutton) مضغوط باليد . فلو تواجدت الفولتية على الطرف رقم 14 فإننا نفصل كويل الكونتاكتور 2M ونختبر اتصاليته ولو لم نجد فولتية على الطرف 14 فإننا نعود للخلف (لأعلى) ونختبر الفولتية عند الأطراف (النقط)(٩١٣-.1-11-12-) على الترتيب حتى نصل الى النقطة (الطرف) الذي يوجد عليه فولتية المصدر.

ولنفترض أننا وجدنا فولتية المصدر عند النقطة 9 وليست عند النقطة 1. لذلك يصبح من الواضح أن مفتاح (off push-button) غير موصل فنقوم بإزالة الغبار من ذلك المفتاح أو إذا تطلب الأمر نقوم باستبدال نقطة التوصيل ال (closed normally) الخاصة به.

ولنفترض أننا وجدنا فولتية المصدر عند النقطة 12 ولم يكن هناك فولتية عند النقطة 13 فإن الخطأ (fault) يقع في نقطة التوصيل T1 الخاصة بالريلاى T فيمكن أن يكون توصيلها غير جيد أو أن أحد السلكيين الواصلين إليها غير متصل.

٤- ولنفترض أن المشكلة المبلغ عنها أن موتور الكمبريسور يبدأ في العمل ولكنه لا يستمر بمعنى أنه يفصل بمجرد رفع ضغط الإصبع من على مفتاح (start push-button) ولأننا نستخدم نقطة التوصيل 1p1 الخاصة بمفتاح ضغط زيت مفتاح التبريد للحفاظ على استمرارية شحن كويل الكونتاكتور 2M ففورا يجب فحص ضغط الزيت إذا ما كان مرتفعا للدرجة التي (تفعل – تنشط – تشغل –actuate) البرشر سويتش 1P ثم الريلاى 1P

- المشكلة يمكن أن تكون فى نقطة التوصيل 1P1 وفى مفتاح الضغط نفسه أو فى مستوى الزيت فى تانك أو خزان الزيت فقد يكون انخفض نتيجة التسريب ولذلك فإن ضغط زيت التبريد لا يرتفع للمنسوب المطلوب.

ملاحـــــــــــــــق

معجم المصطلحات الفنية

للآلات الكهربائية

انجليزي	فرنسي	عربي
/brush-holder/rocker gear	Commande de collier porte-balais	ترس ذراع الترجيح / حامل الفرشاة/
/brush-holder/roker yoke	Couronne porte-balais	مقرن ذراع ترجيح/ حامل الفرشاة/
/electric/circuit	Circuit/électrique/	دارة كهربائية
/electrical/rotating machine	Machine/électrique/tournante	آلة كهربائية دوارة
/machine/terminal	Borne/d'une machine/	طرف توصيل /الآلة/
/rotating/frequency convertor	Convertisseur de fréquence/tournant/	مغير التردد / دوار/
/rotating/phase convertor	Convertisseur de phase/ tournant/	مغير الطور/دوار/
Accelerating	Accélération	تسارع
Accelerating torque	couple d'accélération	عزم التسارع
Acceptance test	Essai de reception	اختبار القبول
Acyclic machine	Machine acyclique	آلة لا حلقية
Adjustable constant speed motor	Moteur à vitesse réglable et constante	محرك ثابت السرعة وقابل للعيار/ الضبط/
Adjustable speed motor	Moteur à vitesse réglable et variable	محرك ذو سرعة قابلة للعيار / الضبط/
Air insulated terminal box	boîte à bornes dans l'air	صندوق أطراف معزول بالهواء
Air trunking	Manchette	نفق هوائي
Air-gap	Entrefer	فجوة هوائية
Air-to-air cooled machine	Machine à refroidissement air-air	آلة تبرد بواسطة الهواء
Air-to-water cooled machine	Machine à refroidissement air-eau	آلة مُبرّدة بالهواء للماء

انجليزي	فرنسي	عربي
Alternating current generator	Alternateur	مولد تيار كهربائي متردد
Alternating current machine	Machine à courant alternative	آلة تيار متردد
Ampere-turns	Ampères-tours	أمبير – لفّات
Angular displacement in synchronous generators	Angle interne/décalage angulaire/d'un alternateur synchrone	زاوية الإزاحة في المولدات المتزامنة
Anti-clokwise rotation	Rotation à gauche	دوران عكس عقارب الساعة
Aperiodic time constant	Constante de temps apériodique	ثابت زمني غير متكرر
Armature	Induit	عضو الإنتاج
Armature circuit	Circuit d'induit	دارة عضو الإنتاج
Armature reaction	Réaction d'induit	رد فعل عضو الإنتاج
Armature winding	Enroulement d'indit	ملف عضو الإنتاج
Asynchronous impedance	Impedance asynchrone	معاوقة لا تزامنية
Asynchronous machine	Machine asynchrone	آلة لا تزامنية
Asynchronous operation	Fonctionement asynchrone	تشغيل لا تزامني
Asynchronous reactance	Réactance asynchrone	مفاعلة لا تزامنية
Asynchronous resistance	Résistance asynchrone	مقاومة لا تزامنية
Automatically regulated	…àréglage automatique	آلي التنظيم
Auto-transformer	Démurrage par	بدء تشغيل بمحول آلي

انجليزي	فرنسي	عربي
starting	autotransformateur	
Auxiliary starting winding	Enroulement auxiliaire de démurrage	ملف بدء التشغيل المساعد
Axial core duct	Canalisation de ventilation axiale	مجاري تبريد محورية
Back span	Pas arrière	تباعد خلفي
Balance test	Essai d'équilibrage	اختبار الإتزان
Ball bearing	/palier à/ roulement à billes	كرسي تحميل كريات
Banding insulation	Isolation de frottage	عزل التحزيم
Barring gear	Vireur	جهاز التدوير البطيء
Bearing	Palier	كرسي تحميل
Bearing clearance	Jeu de coussinet	خلوصي كرسي التحميل
Bearing housing	Logement de palier	حاضنة المحمل
Bearing liner	Coussinet de palier	قميص كرسي التحميل
bearing lining	Gerniture de coussinet	بطانة كرسي التحميل
Bearing pedestal	Chaise de palier	قاعدة محمل
Bearing pressure	Charge spécifique du coussinet	الضغط على كرسي التحميل
Bearing shell	Coquille de coussinet	غلاف كرسي التحميل
Belt insulation	Isolation entre couches de tête de bobine	عزل على شكل حزام
Binding band	Frette	شريط تربيط
Black band	Bande noire	نطاق أسود
Black-band test	Essai de bande noire	اختبار النطاق الأسود
Booster	Survolteur/ dévolteur/	معزز
Box frame	Carcasse fermée	هيكل الصندوق

انجليزي	فرنسي	عربي
Braking torque	Couple de freinage	عزم الفرملة
Break loose torque / of the load/	Couple de décollage/de la charge/	عزم الإفلات
Breakaway	Décollage	انفصال
Brush	Balai	فرشاة
Brush box	Gaine de porte-balais	صندوق الفرشاة
Brush flexible	cβble de balai	موصل الفرشاة المرن
Brush holder	Porte-balais	حامل الفرشاة
Brush pressure device	Dispositif de pression de balai	جهاز للضغط على الفرشاة
Brush-holder fixing device	Dispositif de fixation de porte-balais	جهاز تثبيت حامل الفرشاة
Brush-holder rocker	Collier porte-balais	مدور حامل الفرشاة
Brush-holder supporting structure	Support de porte-balais	قاعدة حامل الفرشاة
Brushless	…sans balais	بدون فرشاة
Brushless wound-rotor induction motor	Moteur à démarreur rotorique incorporé	محرك حثي بدوار ملفوف وبدون فرشاة
Cable coupler	Connecteur	قارن كبلات
Cage induction motor	Moteur asynchrone à cage / d'écureuil	محرك حثي قطعي
Cage synchronous motor	Moteur synchrone à cage	محرك تزامني قفصي الشكل
Cage winding	/enroulement à / cage / d'écureuil/	ملف قفصي
Calibrated driving machine test	Essai avec machine auxiliaire tarée	اختبار بواسطة آلة إدارة معايرة
Calorimetric test	Essai calorimétrique	اختبار مسعري
Canned machine	Machine chemisée	آلة معلبة

انجليزي	فرنسي	عربي
Capacitor braking	Freinage par condensateur	كبح بواسطة مكثف
Capacitor motor	Moteur à condensateur	محرك ذو مكثف
Capacitor start and run motor	Moteur à condensateur permanent	محرك ذو مكثف دائم
Capacitor start motor	Moteur à démarrage par condensatuer	محرك ذو مكثف لبدء التشغيل
Cartridge type bearing	Boîte-palier à roulement	كرسي تحميل قرطوسي
Ceiling voltage	Tension de plafond	أعلى قيمة للجهد
Circle diagram	Diagramme du cercle	مخطط الدائرة
Clockwise rotation	Rotation à droite	دوران في اتجاه عقارب الساعة
Closed circuit/of a cooling system/	Circuit fermé / d'un système de refroidissement	دارة مغلقة لنظام تبريد
Closed machine	Machine fermée	آلة مغلقة
Closed transition auto-transformer starting	Demurrage par autotransformateur sans coupure	بدء تشغيل بمحول آلي ذو دارة تحويل آلي مغلقة
Coarse synchronizing	Synchronization brute	تزامن تقريبي
Coil	Bobine	ملف
Coil or bar insulation	Isolation de bobine ou de barre	عازل الملف أو القضيب
Coil section	Section de bobine	مقطع ملف
Coil side	Cτté de bobine	جانب ملف
Coil side separator	Isolation entre cτtés de bobine	فاصل جانب الملف
Coil span	Pas de bobinage	باع الملف خطوة اللف
Comb	Peigne – support	عزل على شكل مشط
Commissioning test	Essai de mise en service	اختبارات بدء التشغيل

انجليزي	فرنسي	عربي
Commutating winding	Enroulement de commutation	ملف تبديل
Commutation test	Essai de commutation	اختبار التبديل
Commutator	Collecteur	مبدل
Commutator pitch	Pas au collecteur	خطوة المبدل
Commutate or riser	Radiale de collecteur	وصلة المبدل الصاعدة
Commutator segment	Lame de collecteur	قطاع مبدل
commutator segment insulation	Entre-lames	عزل قطاع المبدل
Commutator type frequency convertor	Convertisseur de fréquence à collecteur	مغير التردد ذو مبدل
Commutator V-ring	Manchon de collecteur	مبدل حلقة على شكل V–
Commutator V-ring insulation	Cτne isolant	عزل مبدل على شكل V-
Compensated regulated	...à réglage de compensation	منظم تعويضي
Compensated repulsion motor	Moteur à repulsion compensé	محرك تنافري معدني
Compensating winding	Enroulement de compensation	ملف تعويض
Compositely excited	…à excitation composite	مستثار بطريقة مركبة
Compound excited	…à excitation composée	مستثار بطريقة مركبة
Compounding characteristic	Caractéristique de compoundage	خاصية مركبة
Concentrated winding	Enroulement concentré	ملف مركز
Concentric winding	Enroulement à bobines concentriques	ملفات متحدة المركز
Conductor insulation	Isolation de conducteur	عازل الموصل
Conical rotor motor	Moteur à rotor conique	محرك الدوار مخروطي

انجليزي	فرنسي	عربي
		الشكل
Constant speed motor	Moteur à Vitesse constante	محرك ثابت السرعة
Continuous running duty	Service continu	خدمة تشغيل مستمرة مهمة دورية مستمرة نوع S1
Continuous-operation periodic duty	Service ininterrompu périodique à charge intermittente	خدمة تشغيل مسترم دورية نوع S6
Continuous-operation periodic duty with electric braking	Service ininterrompu pérrompu périodique à freinage électrique	خدمة تشغيل مستمر دورية مع كبح كهربائي نوع S7
Continuous-operation periodic duty with related load-speed changes	Service ininterrompu périodique à changements lies de charge et de vitesse	خدمة تشغيل مستمر دورية مع تغيرات مصاحبة حمل – سرعة ذات نوع S8
Control winding	Enroulement de commande	ملف تحكم
Coolant	Fluide de refroidissement	وسيط التبريد
Cooling	Refroidissement	تبريد
Core	Noyau	قلب
Core end plate	Plaque d'extrémité de noyau	لوحة نهاية القلب
Core test	Essai de circuit magnétique	اختبار القلب
Corona shielding	Dispositif anti-effluves	حجب هالي
Cranked coil	Bobine mixte	ملف ملتوي
Crawling	Rampage	زحف
Creeping/of a d.c.motor/	Rampage/ d'un moteur à courant continu/	زحف/ لمحرك ذو تيار مستمر/
Critical build-up resistance	Résistance critique d'amorŋage	مقاومة تراكمية حرجة
Critical build-up speed	Vitesse critique d'amorŋage	سرعة تراكمية حرجة

انجليزي	فرنسي	عربي
Critical torsional speeds	Vitesse critiques de torsion	سرعات إلتوائية حرجة
Critical Whirling speeds	Vitesses critiques de flexion	سرعات دوامية حرجة
Cumulative compounded	…á excitation série additive	مركب تركامي
Current linkage / of a distributed winding/	Courant totalize / d'un enroulement réparti/	ربط التيار/ لملفات متوزعة/ أ/بير-موصلات؟لملفات متوزعة
Current pulsation	Pulsation de courant	نبض التيار
Cyclic duration factor	Facteur de marche	عامل أمد دوري
Cyclic irregularity	Irrégularité cyclique	عدم انتظام دوري
Cylindrical rotor machine	Machine à arotor cylindrique	آلة ذات دوار أسطواني
d.c. injection braking	Freinage par injection de courant continu	كبح عن طريق حقن تيار مستمر
Damping winding	/enroulement/amortisseur	ملف إخماد
Definite purpose motor	Moteur à usage determine	محرك لغرض محدد
Deri motor	Moteur Deri	محرك ديري
Diamond winding	Enroulement à bobines égales	ملف معيني الشكل
Differential compounded	… à excitation différentielle	مركب تفاضلي
Direct cooled winding	Enroulement à refroidissement direct	ملف مبرد بطريقة مباشرة
Direct current machine	Machine à courant continu	آلة تيار مستمر
Direct water-cooled machine	Machine à refroidissement direct par eau	آلة مُبرّة بالماء مباشرة

انجليزي	فرنسي	عربي
Direct-axis component of current	Composante longitudinale du courant d'induit	المركبة الأفقية للتيار
Direct-axis component of magnetomotive force	Composante longitudinale de la force magnétomotrice	المركبة الأفقية للقوة الدافعة المغناطيسية
Direct-axis component of synchronous generated voltage	Composante longitudinale de la force électromotrice / synchrone/	المركبة الأفقية للجهد المولد تزامنياً
direct-axis component of voltage	Composante longitudinale de la tension	المركبة الأفقية للجهد
Direct-axis sub-transient open-circuit time constant	Constante de temps subtransitioire longitudinale à circuit ouvert	ثابت زمني دون العابر للدارة المفتوحة للمحور المباشر
Direct-axis sub-transient reactance	Reactance subtransitoire longitudinale	المركبة الأفقية للمفاعلة دون العابرة
Direct-axis sub-transient short-circuit time constant	Constante de temps subtransitoire longitudinale en court-circuit	ثابت زمني دون العابر للدارة القصر للمحور المباشر
Direct-axis sub-transient voltage	Forc électromotrice subtransitoire longitudinale	المركبة الأفقية للجهد دون العابر
Direct-axis synchronous reactance	Reactance synchrone longitudinale	المركبة الأفقية للمفاعلة التزامنية
Direct-axis transient open-circuit time constant	Constante de temps transitoire longitudinale à circuit ouvert	ثابت زمني عابر لدارة مفتوحة
direct-axis transient reactance	Reactance transitoire longitudinale	المركبة الأفقية للمفاعلة العابرة
Direct-axis transient short-circuit time	Constante de temps transitoire longitudinale en	ثابت زمني عابر للمحور المباشر لتيار قصر الدارة

انجليزي	فرنسي	عربي
constant	court-circuit	
Direct-axis transient voltage	Force électromotrice transitoire longitudinale	المركبة الأفقية للجهد العابر
Direction of rotation	Sens de rotation	اتجاه الدوران
Direct-on-line starting	démurrage direct	بدء تشغيل مباشر
Disc and wiper lubricated bearing	Palier à graissage par disque	كرسي تحميل بقرص وزيت
Discharge energy test	Essai d'énergie de décharge	اختبار طاقة التفريغ
Discharge inception test	Essai de seuil de décharge	اختبار بدء التفريغ
Disc-type machine	Machine à disque	آلة قرصية
Distributed winding	Enroulement réparti	ملف موزع
Distribution factor	Facteur de distribution	عامل التوزيع
Double wound synchronous generator	Alternateur synchrone à double enroulement	مولد تزامني بملف مزدوج
Double-fed machine	Machine à double alimentation	آلة مزدوجة التغذية
Drive end of a machine	cτté entraînement d'une machine	
Duct spacer	Entretoise de ventilation	موزع الهواء
Dumb-bell shaft	Arbre de transmission	عمود دوران ناقل الحركة
Dummy coil	Bobine morte	ملف وهمي
Duplex lap winding	Enroulement imbriqué parallèle double	ملف انطباقي مزدوج
Duplex wave winding	Enroulement nodule série parallèle d'ordre deux	ملف تموجي مزدوج
Duplicate test	Essai de série	اختبار مزدوج

انجليزي	فرنسي	عربي
Dust seal	Joint étanche aux poussières	مانع دخول الغبار
Duty	Service	خدمة
Duty cycle	Cycle de service	دورة الخدمة
Duty type	Service type	نوع الخدمة أو المهمة
Duty with non-periodic load and speed variations	Service à variation non périodiques de charge et de vitesse	خدمة تشغيل مع تغيرات حمل- سرعة غير دورية نوع S9
Dynamic braking	Freinage rhéostatique	كبح ديناميك
Earth terminal	Borne de terre	طرف التاريض
Eddy current coupling	Accouplement à courants de Foucault	تقارن تيار دوامي
Eddy-current braking	Freinage par courants de Foucault	طبح بالتيارات الدوامية
Effective synchronous reactance	Reactance synchrone equivalente	مفاعلة تزامنية فاعلة
Effective turns per phase	Spires effectives par phase	اللفات الفاعلة لكل طور
Efficiency	Rendement	كفاءة
Electric braking	Freinage électrique	كبح كهربائي
Electric coupling	Accouplement électrique	تقارن كهربائي
Electric loading of a distributed winding	Densité linéique/électrique /d'un enroulement réparti	حمل كهربائي لملفات متوزعة
Electric loading of a machine	Densité linéique / électrique/ d'une machine	حمل كهربائي للآلة
Electrical braking torque	Couple de freinage électrique	عزم الفرملة الكهربائي
Electrical dynamometer	Couplemètre ou torsiomètre électrique	آلة كهربائية لقياس القوة

انجليزي	فرنسي	عربي
Electromagnetic braking	Freinage électromagnétique	كبح كهرمغنطيسي
Embedded coil side	Cτté de bobine loge dans le fer	جانب الملف المطمور
Encapsulated winding	Enroulement enrobé	لفيفة موضوعة في كبسولة
End bracket	Console terminale	دعامة التحميل طرفية الكرسي
End plate/of arotor/	Fond de capot	لوح طرفي للعضو الدوار
End shield	Flasque	حجاب طرف واقي
End winding	Développante	ملف طرفي
End-shift frame	Carcasse coulissante	هيكل إزاحة طرفية
End-winding cover	Couvre-enroulement	غطاء نهاية ملف
Equalizer	Connexion équipotentielle	معادل
Excitation system	Système d'excitation	نظام التحريض/الاستثارة/
Excitation system ceiling current	Courant plafond du système d'xcitation	أعلى تيار لنظام التحريض/الاستثارة/
Excitation system ceiling voltage	Tension plafond du système d'excitation	أعلى جهد لنظام التحريض/ الاستثارة/
Excitation system output terminals	Bornes de sortie du système d'excitation	أطراف خرج نظام التحريض
Excitation system rated current	Courant assigné du système d'excitation	تيار مقنن لنظام تحريض / استثارة/
Excitation system rated voltage	Tension assignee du système d'excitation	جهد مقنن لنظام تحريض/ استثارة/
Excitation winding	Enroulement d'excitation	ملف تحريض
Exciter response	Rapidité de réponse d'une excitatrice	استجابة مستثير
Fan housing	Envelope de ventilateur	حاضنة المروحة

انجليزي	فرنسي	عربي
Fan shroud	Capot de ventilateur	درع المروحة
Fed-in winding	Enroulement à fils semés par l'entaille	ملف تلقيمي التركيب
Field coil	Bobine de champ	ملف مجال
Field coil flange	Cadre de bobine de champ	شفة ملف المجال
Field pole	Pièce polaire	قطب المجال
Field spool	Armature de bobine de champ	بكرة ملف المجال
Field spool insulation	Isolation d'armature de bobine /de champ/	عزل بكرة ملف المجال
Field system	Inducteur	نظام المجال المغناطيسي
Field winding	Enroulement de champ	ملف المجال
Field winding terminals	Bornes d'enroulement de champ	أطراف ملف المجال
Final coolant	Fluide de refroidissement final	وسيط تبريد نهائي
Flash barrier	Écran antiflash	حاجز الوميض
Flood lubricated bearing	Palier à graissage par arrosage	كرسي تحميل مزيت بالغمر
Forced lubricated bearing	Palier à graissage force	كرسي بتزييت قسري
Fractional slot winding	Enroulement à nombre fractionnaire d'encoches par pτle et phase	ملف كسري المجري
Frame surface cooled machine	Machine à refroidissement par la surface de la carcasse	آلة مُبرّدة بسطح هيكلها
Frame yoke	Culasse stator	مقرن إطاري للعضو الثابت
Frequency changer set	Groupe converttisseur de fréquence	مجموعة مغير التردد
Frequency response	Caractéristique de réponse en	خاصية الاستجابة الترددية/

انجليزي	فرنسي	عربي
characteristic/of an a.c. machine/	fréquence/ d'une machine á courant alternatif /	لآلة تيار متردد/
Frog-leg winding	Enroulement en pattes de grenouille	ملف متعرج
Front span	Pas avant	تباعد أمامي
Full load	Pleine charge	حمل كلي
Full load value	Valeur de pleine charge	قيمة الحمل الكلي
Full pitch winding	Enroulement à pas diamétral	لفيفة كاملة الخطوة
Gas-or vapour-proof machine	Machine protégée contre les gaz ou vapeurs	آلة محمية من دخول الغاز أو البخار
Gas seal	Joint étanche aux gaz	مانع تسرب الغاز
General purpose motor	Moteur à usage général	محرك لأغراض عامة
Generator	Génératrice	مولد
Guide	Guidage	موجّه
Guide bearing	Palier-guide	كرسي تحميل دليلي
Hairpin coil	Bobine en U	ملف دبوسي الشعر
Half-coil	Demi-bobine	نصف ملف
Harmonic test	Essai d'harmoniques	اختبار التوافقيات
Heat exchanger	Échangeur de chaleur	مبادل حراري
Heteropolar machine	Machine hétéropolaire	آلة متغايرة الأقطاب
Homoopolar machine	Machine homopolaire	آلة قطبية متجانسة
Hunting	Pompage	تذبذب
Hysteresis coupling	Accouplement à hystérésis	تقارن تخلفية مغناطيسية
Hysteresis mo tor	Moteur à hystérésis	محرك بتخلفية مغناطيسية
Ideal synchronizing	Synchronization précise	تزامن مثالي

انجليزي	فرنسي	عربي
Impedance drop	Chute de tension interne	هبوط الجهد بالمعاوقة
Impulse test	Essai aux ondes de choc	اختبار نبضي/ دفعي/
Inching	Virage/électrique/	تحرّك ببطء
Indirect cooled winding	Enroulement à refroidissement indirect	ملفات مبردة غير مباشرة
Induction coupling	Accouplement à induction	تقارن حثي
Induction frequency convertor	Convertisseur de fréquence à induction	مغير تردد حثي
Induction generator	Génératrice asynchrone	مولد حثي
Induction machine	Machine à induction	آلة حثية
Inductor frequency convertor	Convertisseur de fréquence à reluctance variable	مغير تردد الحث
Inherent braking torque	Couple de freinage intrinsèque	عزم الفرملة الملازم
Inherent regulation/ of a generator/	Variation proper de tension/ d'une génératrice/	تنظيم متأصل لجهد المولد
Inherent regulation/ of a motor/	Variation proper de vitesse/ d'un moteur/	تنظيم متأصل للمحرك
Initial periodic component of short-circuit current	Composante apériodique initiale d'un courant de court-circuit	المركبة الأولية غير المتكررة لتيار قصر الدارة
Initial periodic short-circuit current	Courant initial périodique de court-circuit	تيار قصر الدارة الأولى المتكرر
Input power/ of a machine/	Puissance absorbée	قدرة الدخل / الآلة/
Insulated bearing housing	Palier à coussinet isolé	حاضنة كرسي تحميل معزول
Insulated bearing pedestal	Palier à chaise isolée	قاعدة كرسي تحميل معزولة

انجليزي	فرنسي	عربي
Insulation resistance test	Mesure de la résistance d'isolement	اختبار مقاومة العزل
Integral slot winding	Enroulement à nombre entire d'encoches par pτle et phase	ملف كامل المجري
Intermittent periodic duty	Service intermittent périodique	خدمة شغل دورية متقطعة نوع S3
Intermittent periodic duty with electric braking	Service intermittent périodique à freinage électrique	خدمة شغل دورية متقطعة مع كبح كهربائي
Intermittent periodic duty with starting	Service intermittent périodique à demurrage	خدمة شغل دورية متقطعة مع بدء التشغيل نوع S4
Interturn insulation	Isolation entre spires	عازل بين اللفات
Interturn test	Essai entre spires	اختبار العزل بين الملفات
Inverted	…inversée	معكوس
Jack shaft	Arbre intermédiaire	عمود دوران متوسط
Journal/ of a shaft/	Tourillon	مقعد/عمود الدوران/
Journal bearing	Palier lisse	كرسي تحميل محوري أملس
Key	Clavette	خابور
Laminated core	Noyau feuilleté	قلب رقائقي
Laminated frame	Carcasse feuilletée	إطار صفائحي
Lap winding	Enroulement imbriqué	ملف انطباقي
Level compounded	…à excitation compound ajustée	مركب مضبوط
Light load test	Essai à charge réduite	اختبار الحمل الخفيف
Load/ of a machine/	Charge/d'une machine/	حمل/الآلة/
Load angle characteristic	Caractéristique d'angle de charge	خاصية زاوية الحمل

انجليزي	فرنسي	عربي
Load characteristic	Caractéristique en charge	خاصية الحمل
Load full torque	Couple à pleine charge	عزم الحمل الكامل
Load starting torque	Couple de charge au démarrage	عزم حمل بدء التشغيل
Load torque	Couple de charge	عزم الحمل
Location bearing	Palier à joues	كرسي تحميل موضعي
Locked-rotor current	Courant à rotor bloqué	تيار العضو الدوار المقفل
Locked-rotor current of a motor and starter	Courant à rotor bloqué de l'ensemble moteur-démarreur	تيار العضو الدوار المقفل للمحرك وبادئ التشغيل
Locked-rotor impedance characteristic/of an asynchronous machine/	Caractéristique à rotor bloqué/ d'une machine asynchrone/	خاصية معاوقة العضو الدوار المقفل / لآلة لا تزامنية/
Locked-rotor test	Essai à rotor bloqué	اختبار العضو الدوار المقفل
Locked-rotor torque	Couple à rotor bloqué	عزم عمود الدوران المقفل
Long pitch winding	Enroulement à pas allongé	لفيفة طويلة الخطوة
Loose leads	Extrémités libres	أطراف توصيل سائبة
Loss tangent measurement	Mesure de la tangente de l'angle de pertes	قياس ظل الفقد / اختبار عامل التبريد/
Magnetic coupling	Accouplement magnétique	تقارن مغناطيسي – قارن انزلاق
Magnetic friction clutch	Embrayage magnétique à friction	قابض بالاحتكاك المغناطيسي
Magnetic loading	Induction magnétique dans l'entrefer	حمل مغناطيسي
Magnetic particle coupling	Accouplement à particules magnétiques	تقارن بواسطة جسيمات مغناطيسية
Magnetization	Caractéristique de	خاصية المغنطة

انجليزي	فرنسي	عربي
characteristic	magnétisme	
Main air-gap	Entrefer principal	فجوة هوائية رئيسة
Main winding	Enroulement principal	ملف رئيس
Maximum aperiodic short-circuit current	Courant maximal apériodique de court-circuit	أقصى تيار قصر الدارة غير المتكرر
Mechanical braking torque	Couple de freinage mécanique	عزم الفرملة الميكانيكي
Motor	Moteur	محرك
Motor convertor	Convertisseur en cascade	مغير دوار
Motor generator set	Groupe convertisseur	مجموعة مولد – محرك
Motor synchronizing	Synchronization en moteur	تزامن بمحرك
Motor with standardized mounting dimensions	Moteur de dimensions de fixations normalisées	محرك بأبعاد تثبيت قياسية
Mounting arrangement	Disposition de montage	ترتيبات التركيب
Multi constant speed motor	Moteur à plusieurs vitesses constantes	محرك متعدد السرعات الثابتة
Multi varying speed motor	Moteur à plusieurs vitesses variables	محرك متعدد السرعات المتغيرة
Multiplex lap winding	Enroulement imbriqué parallèle multiple	ملف انطباقي متعدد
Multiplex wave winding	Enroulement ondulé série parallèle	ملف تموجي متعدد
Multi-section coil	Bobine à plusieurs sections	ملف متعدد المقاطع
Multi---speed motor	Moteur à plusieurs vitesses	محرك متعدد السرعات
Negative sequence impedance	Impedance inverse	مقاومة تسلسل سالب

انجليزي	فرنسي	عربي
Negative sequence reactance	Reactance inverse	مفاعلة تسلسل سالب
Negative sequence resistance	Résistance inverse	مقاومة تسلسل سالب
Neutral zone	Zone neutre	منطقة تعادل
Noise-level test	Essai de niveau de bruit	اختبار مستوي الضوضاء
No-load/operation/	Fonctionnement à vide	لا حمل/ تشغيل/
Nominal pull-in torque	Couple nominal d'accrochage	عزم التحريك الاسمي
Non-drive end of a machine	cτté oppose à l'entraînement d'une machine	طرف غير قابل للحركة
Non-salient pole	Pτle lisse	قطب غير بارز
Oil grooves	Rainures de graissage	مجاري الزيت
Oil ring lubricated bearing	Palier à/ graissage par / bague	كرسي محوري حلقي التزييت
Oil seal	Joint étanche à l'huile	مانع تسرب الزيت
Oil thrower	Eéflecteur d'huile	قاذف الزيت
Oil-jacked bearing	Palier à pression d'huile	كرسي تحمل تحت ضغط الزيت
Open circuit / of a cooling system/	Circuit ouvert / d'un systéme de refroidissement/	دارة مفتوحة لنظام تبريد
Open machine	Machine ouverte	آلة مفتوحة
Open transition auto-transformer starting	Démarrage par autotransformateur à coupure	بدء تشغيل بمحول ذو دارة تحويل آلي مفتوحة
Open-circuit characteristic	Caractéristiq2ue à circuit ouvert	خاصية الدارة المفتوحة، خاصية اللاحمل
Open-ended coil	Bobine ouverte	ملف مفتوح الطرف
Output power/of a	Puissance/utile	قدرة الخرج/ الآلة/

انجليزي	فرنسي	عربي
machine/		
Over-compounded	…à excitation hyper-compound	مركب زائد
Overhang packing	Calage de tête de bobine	حشوة الجزء البارز
Over speed test	Essai de survitesse	اختبار تجاوز السرعة
Over-synchronous braking	Freinage hypersynchrone	كبح بواسطة تزامن زائد
Pad type bearing	Palier à patins	كرسي تحميل وسادة مائلة
Partial discharge inception test	Essai de seuil de décharge partielle	اختبار بداية التفريغ الكهربائي الجزئي
Part-winding startind	Démarrage sur fraction d'enroulement	بدء تشغيل بجزء من الملف
Peak-switching current	Courant d'enclenchement de crête	ذروة تيار القفل أو الفصل
Pedestal bearing	Chaise-palier	كرسي تحميل القاعدة
Performance test	Essai de qualification	اختبار الأداء
Periodic duty	Service périodique	خدمة دورية /مهمة دورية/
Permanent magnet machine	Machine à aimants permanents	آلة مغناطيس دائم
Phase coil insulation	Isolation de bobines entre phases	عزل ملف الطور
Phase insulated terminal box	Boîte à bornes à isolation de phases	صندوق أطراف معزول الأطوار
Phase segregated terminal box	Boîte à bornes `a phases compartimentées	صندوق أطراف مجزئ الأطوار
Phase separated terminal box	Boîte à bornes à séparation de phases	صندوق أطراف مفصول الأطوار
Phase swinging	Oscillations pendulaires	تأرجح طواري

انجليزي	فرنسي	عربي
Phase-sequence test	Essai d'ordre des phases	اختبار تسلسل الطور
Pipe	Canalization	أنبوب، مجري/ لنظم تبريد/
Piped or ducted-circuit/of a cooling system/	Circuit à canalizations ou conduits/d'un système de refroidissement/	دارة أنابيب أو قنوات/ لنظام تبريد/
Pitch factor	Facteur de raccourcissement ou d'allongement	عامل الخطوة
Plug braking	Freinage par inversion de phases	كبح بواسطة عكس التوصيل/ في القابس/
Plug-in type bearing	Boîte- palier à coussinet	محمل مخدة متكامل
Polarity test	Essai de polarité	اختبار القطبية
Pole amplitude modulated winding	Enroulement à modulation de pτles	ملف معدل سعة القطب
Pole body	Noyau polaire	جسم القطب
Pole body insulation	Isolation de noyau polaire	عزل جسم القطب
Pole changing winding	Enroulement à nombre de pτles variable	ملف تغيير الأقطاب
Pole end plate	Plaque d'extrémité d'un pτle	لوح نهاية القطب
Pole face	Face polaire	وجه القطب
Pole face bebel	Biseau droit de face polaire	ميل وجه القطب
Pole face shaping	Biseau profile de face polaire	تشكيل وجه القطب
Pole pitch	Pas polaire	خطوة قطبية
Pole shoe	Épanouissement polaire	حداء القطب
Pole slipping	Glissement de pτle	انزلاق القطب
Pole tips	Cornes polaires	أطراف القطب
Polyphase commutator motor	Moteur à collecteur polyphasé	محرك ذو مبدل متعدد الأطوار

انجليزي	فرنسي	عربي
Polyphase machine	Machine polyphasée	آلة متعددة الأطوار
Positive sequence reactance	Réactance directe	مفاعلة تسلسل موجب
Positive sequence resistance	Résistance directe	مقاومة تسلسل موجب
Potier reactance	Reactance de Potier	مفاعلة بوتييه
Power losses/of a machine/	Pertes totales	فقد القدرة/ الآلة/ الفقد الكلي/ لآلة/
Pressure containing terminal box	Boîte à bornes à l'épreuve de la pression	صندوق أطراف حاصر للضغط
Pressure lubricated bearing	Palier à graissage sous pression	كرسي تحميل مزيت بالضغط
Pressure relief terminal box	Boîte à bornes à membrane	صندوق أطراف مخفض الضغط
Pressurized machine	Machine à surpression interne	آلة مضغوطة
Primary circuit	Circuit primaire	دارة أولية
Primary coolant	Fluide de refroidissement primaire	وسيط تبريد أولى
Primary winding	Enroulement primaire	ملف ابتدائي
Pull-in test/of a synchronous motor/	Essai d'accrochage /d'un moteur synchrone/	اختبار دخول التزامن/ المحرك تزامني/
Pulling into synchronism	Accrochage	الدخول في التزامن
Pulling out of synchronism	Décrochage	الخروج من التزامن
Pull-through winding	Enroulement à fils tirés	ملف سحبي التركيب
Push-through winding	Enroulement à bobines en U	ملف دفعي التركيب
Quadrature-axis	Composante transversale du	المركبة العمودية للتيار

انجليزي	فرنسي	عربي
component of current	courant d'induit	
Quadrature-axis component of magnetomotive force	Composante transversale de la force magnétomotrice	المركبة العمودية للقوة الدافعة المغناطيسية
Quadrature-axis component of synchronous generated voltage	Composante transversale de la force électromotric synchrone	المركبة العمودية للجهد المولد تزامنياً
Quadratur-axis component of voltage	Composante transversale de la tension	المركبة العمودية للجهد
Quadrature-axis sub-transient open-circuit time constant	Constante de temps subtransitoire transversale à circuit ouvert	ثابت زمني دون العابر لدارة مفتوحة للمحور العمودي
Quadrature-axis sub-transient reactance	Reactance subtransitoire transversale	المركبة العمودية للمفاعلة دون العابرة
Quadrature-axis sub-transient short-circuit time constant	Constante de temps subtransitoire transversale en court-circuit	ثابت زمني دون العابر لدارة القصر للمحور العمودي
Quadrature-axis sub-transient voltage	Force électromotrice subtransitoire transversale	المركبة العمودية للجهد دون العابر
Quadrature-axis synchronous reactance	Réactance synchrone transversale	المركبة العمودية للمفاعلة التزامنية
Quadrature-axis transient open-circuit time constant	Constante de temps transitoire transversale à circuit couvert	ثابت زمني العابر للدارة المفتوحة للمحور العمودي
Quadrature-axis transient reactance	Réactance transitoire transversale	المركبة العمودية للمفاعلة العابرة
Quadrature-axis transient short-circuit time constant	Constante de temps transitoire transversale en court-circulit	ثابت زمني العابر لدارة القصر للمحور العمودي

انجليزي	فرنسي	عربي
Quadrature-axis transient voltage	Force électromotrice transitoire transversale	المركبة العمودية للجهد العابر
Quill shaft	Arbre de torsion creux	عمود دوران أجوف
Radial core duct	Canalization de ventilation radiale	مجاري تبريد شعاعية
Random synchronizing	Synchronization approchée	تزامن عشوائي
Random wound winding	Enroulement à fils jetés	ملف ملفوف عشوائياً
Rated field current	Courant de champ assigné	تيار مجال مقنن
Rated field voltage	Tension de champ assignée	جهد مجال مقنن
Rated torque	Couple assigné	عزم مقنن
Rated value	Valeur assignée	قيمة مقننة
Rating	Caractéristiques assignées	مقنن
Reactor start split phase motor	Moteur à enroulement auxiliaire et reactance de démarrage	محرك مجزأ الطور بمفاعل تشغيل
Reactor starting	Démarrage par reactance	بدء تشغيل بمفاعل
Regenerative braking	Freinage par récupération	كبح استرجاع
Regenerative braking of a d.c. machine	Freinage par contre-courant	كبح استرجاع/ لآلة تيار مستمر/
Regular winding	Enroulement régulier	ملف منتظم
Regulation/ of a generator/	Variation de tension/d'une generatice/	تنظيم الجهد/ للمولد/
Regulation/ of a motor/	Variation de vitesse/ d'un moteur/	تنظيم سرعة المحرك
Reluctance motor	Moteur à reluctance	محرك ممانعة مغناطيسية
Reluctance	Synchronization par	تزامن قصري

عربي	فرنسي	انجليزي
	réluctance	synchronizing
وسط بعيد/ لآلة/	Milieu éloigné/d'une machine/	Remote medium/ of a machine/
محرك حثي تنافري	Moteur à induction et répulsion	Repulsion induction motor
محرك تنافري	Moteur à répulsion	Repulsion motor
محرك حثي تنافري البدء	Moteur à induction à démarrage par répulsion	Repulsion start induction motor
تدرج المقاومة/ للحجب الهالي/	Dispositif anti-effluves à haute résistance	Resistance grading/ of corona shielding/
محرك مجزأ الطور بمقاومة بدء تشغيل	Moteur à enroulement auxiliaire et résistance de démarrage	Resistance start split phase motor
اختبار المقاومة	Mesure de la résistance en courant continu	Resistance test
متوقف ومفصول كهربائياً	Repos	Rest and de-energized
اختيار التناقص	Essai de ralentissement	Retardation test
تجاوز سرعة التزامن	Dépassement de vitesse synchrone	Rising out of synchronism
تبادل مواضع روبيل	Transposition Roebel	Roebel transposition
كرسي تحميل باسطوانات	Palier à rouleaux	Roller bearing
مضخم دوار	Amplificateur rotatif	Rotary amplifier
مغير محرك	Commutatrice	Rotary convertor
إطار قابل للدوران	Carcasse orientable	Rotatable frame
اختبار اتجاه الدوران	Essai de sens de rotation	Rotation test
عضو دوار	Rotor	Rotor
حلقة احتجاز نهاية ملف العضو الدوار	Capot d'extrémité/ du rotor/	Rotor end-winding retaining ring

انجليزي	فرنسي	عربي
Rotor resistance starting	Démarrage par résistance rotorique	بدء بتشغيل بمقاومة العضو الدوار
Rotor winding	Enroulement rotorique	ملف العضو الدوار
Rotor yoke	Culasse rotor	مقرن العضو الدوار
Routine test	Essai individual de série	اختبار دوري/ روتيني/
Salient pole	Pτle saillant	قطب بارز
Salient pole machine	Machine à pτles saillants	آلة ذات أقطاب بارزة
Sampling test	Essai de série sur prélèvement	اختبار العينات
Saturation characteristic	……	خاصية التشبّع
Saturation factor	Facteur de saturation	عامل التشبع
Schrage motor	Moteur Schrage	محرك شراجا
Sealed machine	Machine hermétique	آلة محكمة العزل
Secondary circuit	Circuit secondaire	دارة ثانوية
Secondary coolant	Fluide de refroidissement secondaire	وسيط تبريد ثانوي
Secondary winding	Enroulement secondaire	ملف ثانوي
Segmental rim rotor	Rotor à jante empilée	عضو دوار ذو الطوق المجزأ
Segment-to-segment test	Essai entre lames	اختبار م ابين الصفائح
Self-cooled machine	Machine auto-refroidie	آلة ذاتية التبريد
Self-excited	…autoexcitée	ذاتي التحريض /الإثارة/
Self-lubricating bearing	Palier autolubrifiant	كرسي تحميل ذاتي التزييت
Self-regulated	…autoréglée	ذاتي التنظيم
Separate terminal	Caisson de bornes	حاوي الأطراف المنفصلة

انجليزي	فرنسي	عربي
enclosure		
Separately cooled machine	Machine à refroidissement séparé	آلة مُبردة بشكل منفصل
Separately excited	…à excitation séprée	منفصل التحريض/الإثارة/
Series	…à excitation série	متوالي
Series connected starting-motor starting	Démarrage par moteur auxiliaire en série	بدء تشغيل بمحرك موصول مع التوالي
Series winding	Enroulement série	ملف توالي
Series-parallel starting	Démarrage série-parallèle	بدء تشغيل توالي – توازي
Shaded pole motor	Moteur à bague de déphasage	محرك مظلل القطب
Shaft end	Bout d'arbre d'entraînement	نهاية عمود الدوران
Shaft extension	Bout d'arbre	امتداد عمود الدوران
Shaft-voltage test	Essai de tension dans l'arbre	اختبار جهد عمود الدوران
Short pitch winding	Enroulement à pas raccourci	لفيفة قصيرة الخطوة
Short-circuit characteristic	Caractéristique en court-circuit	خاصية قصر الدارة
Short-circuit ratio	Rapport de court-circuit	نسبة قصر الدارة
Short-circuit time constant of armature windings	Constante de temps du courant de court-circuit	ثابت زمني لقصر دارة ملفات عضو الإنتاج
Short-time duty	Service temporaire	خدمة شغل قصيرة نوع S2
Shunt	…à excitation en dérivation	متوازي
Shunt winding	Enroulement en dérivation	ملف توازي
Simplex lap winding	Enroulement imbriqué parallèle/simple/	ملف انطباقي بسيط
Simplex wave winding	Enroulement nodule série	ملف تموجي بسيط

انجليزي	فرنسي	عربي
Single layer winding	Enroulement à une seule couche	ملف أحادي الطبقة
Single phase commutator motor	Moteur à collecteur monophasé	محرك ذو مبدل أحادي الطور
Single-phase machine	Machine monophasée	آلة أحادية الطور
Single-phasing	Marche en monophasé	تشغيل بطور واحد
Skeleton frame	Carcasse squelette	إطار هيكل
Skew factor	Facteur d'inclinaison d'encoche	عامل الميل
Skewed slot	Encoche incline	مجري مائل
Sleeve bearing	Palier à coussinet	كرسي تحميل كُمي
Slip	Glissement	انزلاق
Slip-ring	Bague	حلقة انزلاق
Slip-ring induction motor	Moteur asynchrone à bagues	محرك حثي بحلقات انزلاقية
Slot	Encoche	شق
Slot liner	Caniveau d'encoche	بطانة الشق
Slot packing	Calage latéral	حشوة الشق
Slot wedge	Cale d'encoche	إسفين الشق
Small power motor	Moteur de faible puissance	محرك قدرة صغير
Solid pole shoe machine	Machine à pτles massifs	آلة ذات أقطاب كتلية مصمتة
Special purpose motor	Moteur à usage spécial	محرك لغرض مخصوص
Speed regulation characteristic	Caratéristique de vitesse	خاصية تنظيم السرعة
Spherically seated bearing	Palier à rotule	محمل كروي المقعد

انجليزي	فرنسي	عربي
Spider	Croisillon	عارضة عنكبوتية
Split phase motor	Moteur à enroulement auxiliaire de démarrage	محرك مجزأ الطور
Split sleeve bearing	Palier à demi-coussinets	كرسي تحميل كمي مشطور
Split throw winding	Enroulement en escalier	ملف مجزأ الخطوة
Spring loaded bearing	Roulement à ressort	كرسي تحميل بنابض
Stabilized shunt / for a generator/	…à excitation shunt stabilisée/ pour une génératrice/	متواز مستقر/لمولد/
Stabilized shunt / for a motor	…à excitation shunt stabilisée/ pour un moteur/	متواز مستقر/ لمحرك/
Standby or emergency cooling system	Dispositif de refroidissement de secours	نظام تبريد احتياطي أو طارئ
Star-delta starting	Démarrage étoile-triangle	بدء/ تشغيل/-نجمة-مثلث
Starting	Démarrage	بدء التشغيل
Starting current	Courant de démarrage	تيار بدء التشغيل
Starting motor	Moteur de démarrage	محرك بدء التشغيل
Starting test	Essai de démarrage	اختبار بادئ التشغيل
Starting torque	Couple de démarrage	عزم بدء التشغيل
Starting winding	Enroulement de démarrage	ملف بدء
Static kraemer system	Commande kraemer statique	نظام كريمر الساكن
Stator	Stator	عضو ثابت
Stator frame	Carcasse stator	هيكل العضو الثابت
Stator resistance starting	Démarrage par résistance statorique	بدء بتشغيل بمقاومة العضو الساكن
Stator winding	Enroulement statorique	ملف العضو الثابت
Steady short-circuit current	Courant de court-circuit permanent	تيار قصر الدارة المستقر

انجليزي	فرنسي	عربي
Straight seated bearing	Palier rigide	كرسي تحميل مستقيم المقعد
Strand or lamination insulation	Isolation de fil	عزل ضفيرة أو صفيحة رقيقة
Strip terminal	Borne plate	طرف شريطي
Stub shaft	Faux arbre	عمود دوران أبتر
Stud-terminal	Borne à tige	طرف توصيل مسماري
Subsynchronous reluctance motor	Moteur à réluctance subsynchrone	محرك ممانعة مغناطيسية دون ألتزامني
Sub-transient current	Courant subtransitoire	تيار دون العابر
Sudden short-circuit test	Essai de courtcircuit brusque	اختبار دارة قصر مفاجئ
Surrounding medium/ of a machine/	Milieu environnant d'une machine	وسط محيط / الآلة/
Sustained short-circuit test	Essai en court-circuit permanent	اختبار دارة القصر المستدامة
Symmetrical fractional slot winding	Enroulement symétrique à nombre Fractionnaire d'encoches par pτle et phase	ملف كسري متماثل المجري
Synchronizing	Synchronization	تزامن
Synchronizing coefficient	Coefficient de synchronisation	معامل التزامن
Synchronizing power coefficient	Coefficient de puissance synchronisante	معامل القدرة التزامنية
Synchronous compensator	Compensateur synchrone	معدل تزامني
Synchronous coupling	Accouplement synchrone	تقارن تزامني
Synchronous generated voltage	Force électromotrice synchrone	جهد تزامني المولد

انجليزي	فرنسي	عربي
Synchronous impedance	Impedance synchrone	معاوقة تزامنية
Synchronous induction motor	Moteur asynchrone synchronisé	محرك حثي تزامني
Synchronous machine	Machine synchrone	آلة تزامنية
Synchronous operation	Fonctionnement synchrone	تشغيل تزامني
Synchronous speed	Vitesse synchrone	سرعة تزامنية
Tap	Prise	مآخذ
Temperature-rise test	Essai d'échauffement	اختبار ارتفاع درجة الحرارة
Terminal board	Plaque à bornes	لوحة أطراف
Terminal box	Boîte à bornes	صندوق الأطراف
Terminal enclosure	Caisson de bornes	حاوي الأطراف
Termination	Connexion de sortie	نهاية
Thermal equilibrium	Équilibre thermique	توازن حراري
Thrust bearing	Palier de butée	كرسي تحميل دفعي
Tier	Plan	صف
Tilting pad bearing	Palier à patins oscillants	كرسي تحميل وسادة
Tooth	Dent	سن
Tooth pitch	Pas dentaire	خطوة السن
Tooth support	Peigne de serrage	دعامة السن
Torque shaft	Arbre de torsion	عمود دوران عزم
Transient current	Courant transitoire	تيار عابر
Transposition	Transposition	تبادل المواضع
Turbine-type machine	Turbo-machine	آلة توربينية

انجليزي	فرنسي	عربي
Turn	Spire	لفة
Turn insulation	Isolation de spire	عازل لفة
Two layer winding	Enroulement à deux couches	ملف ثنائي الطبقة
Two-value capacitor motor	Moteur à condensateur à deux capacities	محرك بمكثف ذو سعتين
Type of construction	Forme de construction	نوع التركيب
Type test	Essai de type	اختبار النوع
Under-compounded	…à excitation hypo-compound	مركب مُقل
Unit acceleration time	Temps d'accéléation unitaire	زمن وحدة التسارع
Unity power-factor test	Essai à facteur de puissance unite	اختبار عامل القدرة الواحدي
Universal motor	Moteur universel	محرك عام
Up-shaft insulation	Isolation dans l'arbre	عزل تجويف عمود الدوران
Vacuum-pressure impregnation/of a machine/	Isolation à impregnation globale/ d'une machine/	تشريب بضغط مخلخل/ لآلة/
Varying speed motor	Moteur à vitesse variable	محرك متغير السرعة
V-curve characteristic	Caractéristique en V	خاصية منحني V
Vibration test	essai de vibration	اختبار الاهتزاز
Voltage build-up	Amorŋage en tension	تنامي الجهد
Voltage regulation characteristic	Caractéristique externe	خاصية تنظيم الجهد
Ward-Lenard generator set	Groupe Ward-Léonard	مجموعة وارد – ليونارد للمولد
Ward-Leonard system	Commande Ward-Léonard	نظام وارد-ليونارد
Wave winding	Enroulement ondulé	ملف تموجي
Waveform analysis	Analyse de forme d'ondle	تحليل شكل الموجة

انجليزي	فرنسي	عربي
Waveform test	Essai de forme d'onde	اختبار شكل الموجة
Winding	Enroulement	ملف رئيسي
Winding factor	Facteur de bobinage	عامل اللف
Winding overhang	Tête de bobine	الأجزاء الطرفية للملف
Winding overhang support	Support de tête de bobine	حامل الأطراف المعلقة للملف
Winding overhang support insulation	Isolation de tête de bobine	عزل حامل الأطراف المعلقة للملف
Winding pitch	.....	خطوة بين اللفات
Wound-rotor induction motor	Moteur asynchrone àa rotor bobine	محرك حثي بدوار ملفوف
Yoke	Culasse	مقرن
Zero power-factor characteristic	Caractéristique à facteur de puissance nul	خاصية عامل القدرة الصفري
Zero sequence impedance	Impedance homopolaire	مقاومة تسلسل صفري
Zero sequence reactance	Réactance homopolaire	مفاعلة تسلسل صفري
Zero sequence resistance	Résistance homopolaire	مقاومة تسلسل صفري